

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI**



**ELİT HENTBOLCULARDA ALT VE ÜST EKSTREMİTE
KUVVETİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN
İZOKİNETİK VE ALAN TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Doktora Tezi

Soner AKGÜN

Danışman

Prof. Dr. Menderes KABADAYI

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Soner AKGÜN tarafından, Prof. Dr. Menderes KABADAYI danışmanlığında hazırlanan “ELİT HENTBOLCULARDA ALT VE ÜST EKSTREMİTE KUVVETİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İZOKİNETİK VE ALAN TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 3.7.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Menderes KABADAYI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Spor Yöneticiliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Kenan ŞEBİN Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Özgür BOSTANCI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Spor Yöneticiliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Kürşat ACAR Sinop Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☒ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☐

29 /05/ 2023
Soner AKGÜN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : ELİT HENTBOLCULARDA ALT VE ÜST EKSTREMİTE KUVVETİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İZOKİNETİK VE ALAN TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 29/05/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 11

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

29/05/ 2023
Prof. Dr. Menderes KABADAYI

ÖZET

ELİT HENTBOLCULARDA ALT VE ÜST EKSTREMİTE KUVVETİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İZOKİNETİK VE ALAN TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Soner AKGÜN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

Doktora, Temmuz/2023

Danışman: Prof. Dr. Menderes KABADAYI

Amaç: Araştırmanın amacı, elit hentbolcularda alt ve üst ekstremitte kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan izokinetik ve alan testleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmanın denek grubunu 18-29 yaş aralığında 22 elit erkek hentbolcu oluşturmaktadır. Deneklere dominant (DT) ve non-dominant (NDT) taraflarda farklı açısız hızlarda (60°/sn 180°/sn 240°/sn) diz ve omuz izokinetik kuvvet testleri, dokuz farklı Fonksiyonel Performans Testi (FPT) (Tek Adım Atlama [TAA], Üç Adım Atlama [ÜAA], Çapraz Atlama [ÇA], Medial Tarafa Üç Adım Atlama [MTÜA], Medial Rotasyon Atlama [MRA], Sağlık Topu Fırlatma [STF], Modifiye Şınav Testi [MŞT], Bükülü Kol Asılma [BKA], Kapalı Kinetik Zincir Stabilizasyon Testi [KST]), Y Denge Testi ve CSMI-TecnoBody PK-252 Tek-Çift Ayak Statik ve Dinamik Denge Testi uygulandı. Karşılaştırma analizlerinde Independent Samples T-Test ve One Way ANOVA testi kullanıldı. Değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Pearson Korelasyon testi, alt ve üst FPT'ler ile diz (Eks-Flek) ve omuz (İR-ER) izokinetik kuvvetlerinin hangisi ya da hangilerinin yordanabildiği Doğrusal Regresyon Analizi ile incelendi.

Bulgular: İzokinetik diz testinde 60°/sn 180°/sn ve 240°/sn açısız hızlarda DT ve NDT taraflarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olmadığı ($p>0,05$), izokinetik omuz testinde 60°/sn 180°/sn ve 240°/sn açısız hızlarda DT ve NDT taraflarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu ($P<0,05$), izokinetik testler ve FPT'lerin uzuv simetri indeksleri arasında anlamlı farklılığın bulunmadığı ($p>0,05$) ve gerçekleştirilen regresyon analizinde STF'nin tüm açısız hızlardaki DT ve NDT taraflardaki omuz kuvvetlerini düşük düzeyde tahmin edebileceği tespit edildi ($P<0,05$).

Sonuç: İzokinetik diz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflarda benzer olduğu, izokinetik omuz kuvvetlerinde tüm açısız hızlarda DT tarafın daha güçlü olduğu, izokinetik testler, FPT'ler ve Y denge testindeki uzuv simetri indekslerinin benzer olduğu ve FPT'ler ile izokinetik test sonuçlarının tahmin edilebilme güvenilirliğinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: fonksiyonel performans testleri, izokinetik kuvvet, diz kuvveti, omuz kuvveti

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN ISOKINETIC AND FIELD TESTS USED IN DETERMINING LOWER AND UPPER EXTREMITY STRENGTH IN ELITE HANDBALL PLAYERS

Soner AKGÜN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Physical Education and Sport

Ph.D., July/2023

Supervisor: Prof. Dr. Menderes KABADAYI

Introduction and Aim: The aim of the study is to examine the relationship between isokinetic and field tests used to determine upper and lower extremity strength in elite handball players.

Materials and Methods: The subject group of the study consists of 22 elite male handball players between the ages of 18-29. Knee and shoulder isokinetic strength test at different angular velocities (60°/sec 180°/sec 240°/sec) in dominant (NDT) and non-dominant (DT) sides, nine different Functional Performance Tests (FPT) (Single Hop for Distance [SH], Triple Hop for Distance [TH], Crossover, Triple Hop for Distance [CH], Medial Side Triple Hop for Distance [MSTH], Medial Rotation Hop for Distance [MRH], Modified Push-Up [MPU], Throwing Medicine Ball [TMB], Bent Arm Hanging [BAH], Closed Kinetic Chain Mobilization [CKCM]), Y Balance Test and CSMI-TecnoBody PK-252 Single-Double Leg Static and Dynamic Balance Test were applied. Independent Samples T-Test and One Way ANOVA test were used for comparison analyses. Pearson Correlation test, upper and lower FPTs, and knee (Ex-Flx) and shoulder (IR-ER) isokinetic strength were examined by Linear Regression Analysis to determine the relationships between variables.

Results: In the isokinetic knee test, there was no statistically significant differences in DT and NDT sides at 60°/sec 180°/sec and 240°/sec angular velocities ($p>0.05$), in the isokinetic shoulder test, there were statistically significant differences in the DT and NDT sides at 60°/sec 180°/sec and 240°/sec angular velocities ($P<0.05$), there was no significant difference between limb symmetry indexes of isokinetic tests and FPT's ($p>0.05$) and in the regression analysis performed, it was determined that the TMB could underestimate the shoulder forces on the DT and NDT sides at all angular velocities ($P<0.05$).

Conclusion: The isokinetic knee strengths was similar on the DT and NDT sides, DT side was stronger at all angular velocities in isokinetic shoulder strengths, the limb symmetry indexes in isokinetic tests, FPT's and Y balance test were similar, it has been determined that the predictability reliability of isokinetic test results with FPTs was low.

Keywords: Functional performance tests, Isokinetic strength, Knee strength, Shoulder strength

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen ve önerileri ile yol gösteren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Menderes KABADAYI'ya,

Engin tecrübesi, görüş ve önerileri ile her zaman destek olan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Özgür BOSTANCI'ya,

Tez sürecimin her aşamasında bilgi, tecrübe ve önerileri ile yol gösteren, zamandan bağımsız olarak ihtiyaç duyduğum her an ve her konuda yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ'a,

Doktora eğitimim süresince desteğini her an yanımda hissettiğim sevgili eşim Demet AKGÜN'e,

Dünyaya gözünü açtığı günden beri yüzümdeki her gülümsememde en önemli pay sahibi olan canım kızım Nehir AKGÜN'e,

Hayatımın her döneminde yanımda olan, dualarını esirgemeyen annem Ayşe AKGÜN'e ve babam Muzaffer AKGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Soner AKGÜN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Omuz Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği	3
2.2. Omuz Eklemi Hareket Ettiren Kaslar	4
2.3. Diz Eklemi Anatomisi ve biyomekaniği	8
2.4. Diz Eklemi Hareket Ettiren Kaslar	9
2.5. Kas Fizyolojisi	11
2.5.1. İskelet Kasının Yapısı	12
2.5.2. Kas Fibril Tipleri	14
2.5.3. Kas Kasılması ve Çeşitleri	14
2.6. Kuvvet ve Türleri	16
2.6.1. Kas Kuvveti Oluşumunda Etkin Faktörler	19
2.7. Denge	20
2.8. Hentbol, Kuvvet ve Denge İlişkisi	22
2.9. Literatür Taraması	25
3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. DeneySEL Dizayn	30
3.2. Katılımcılar	30
3.3. Prosedürler	31
3.3.1. İzokinetik Kuvvet Ölçümleri	31
3.3.2. Fonksiyonel Performans Testleri	32
3.3.3. Statik ve Dinamik Denge Ölçümleri	35
4. BULGULAR	39
5. TARTIŞMA	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	94
6.1. İzokinetik Testler ve FPT Parametreleri	94
6.2. Denge Testleri ve FPT Parametreleri	94
KAYNAKLAR	96
EKLER	114
ÖZGEÇMİŞ	115

SİMGELER VE KISALTMALAR

AFBS	: Average Forward/Backward Speed (Ortalama İleri-Geri Hız)
AFV	: Average Force Variance (Ortalama Kuvvet Varyansı)
AMLS	: Average Medium/Lateral Speed (Ortalama Sağa-Sola Hız)
ANT	: Anterior
ATE	: Average Track Error (Ortalama Takip Hatası)
ATES	: Ortalama Takip Hata Süresi
COPX	: Center of Pressure X (Ortalama Basınç Merkezi X)
COPY	: Center of Pressure Y (Ortalama Basınç Merkezi Y)
ÇA	: Çapraz Atlama Testi
EA	: Ellipse Area (Kullanılan Alan)
ER	: Eksternal Rotasyon
Eks	: Ekstansiyon
FBSD	: Forward/Backward Standart Deviation (Öne-Arkaya Salınım sapması)
Flek	: Fleksiyon
FPT	: Fonksiyonel Performans Testi
H/Q	: Hamstring/Quadriceps
İR	: İnternal Rotasyon
MLSD	: Medium/Lateral Standart Deviation (Sağa-Sola Salınım Sapması)
MRA	: Medial Rotasyon Atlama Testi
MTÜA	: Medial Tarafa Üç Adım Atlama Testi
P	: Perimeter (Kullanılan Çevre)
PL	: Posterolateral
PM	: Posteromedial
SI	: Stabilite İndex (Stabilite Göstergesi)
TAA	: Tek Adım Atlama Testi
TBFS	: Trunk Forward/Backward Standart Deviation
TMLS	: Trunk Medial/Lateral Standart Deviation
TTSD	: Trunk Total Standart Deviation (Gövde Toplam Salınım Sapması)
USİ	: Uzun Simetri İndeksi (Limb Symmetry Index)
ÜAA	: Üç Adım Atlama Testi
YDT	: Y Denge Testi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Omuz rotator manşet kasları	4
Şekil 2.2. Diz anatomisi	8
Şekil 2.3. Diz ekleminin hareketini gerçekleştiren kaslar	9
Şekil 2.4. İskelet kasının yapısı	12
Şekil 2.5. Sarkomerin yapısı	13
Şekil 3.1. İzokinetik dinamometre	31
Şekil 3.2. Alt FPT'lerin uygulama formları	33



TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri	31
Tablo 4.1. İzokinetik omuz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması	39
Tablo 4.2. İzokinetik diz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması	39
Tablo 4.3. Statik denge değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması	40
Tablo 4.4. Dinamik denge değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması	40
Tablo 4.5. Y denge değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması	41
Tablo 4.6. Çift ayak statik denge tanımlayıcı veriler	41
Tablo 4.7. Çift ayak dinamik denge tanımlayıcı veriler	42
Tablo 4.8. Alt ve Üst FPT tanımlayıcı bilgiler	42
Tablo 4.9. Alt FPT değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması	43
Tablo 4.10. İzokinetik diz kuvvetinin DT ve NDT taraflardaki H/Q oranları	43
Tablo 4.11. İzokinetik diz kuvvetlerinin Q/Q ve H/H oranlarının karşılaştırılması	44
Tablo 4.12. İzokinetik omuz kuvvetinin DT ve NDT taraflardaki İR/ER oranları	44
Tablo 4.13. İzokinetik omuz kuvvetinin İR/İR ve ER/ER oranları	45
Tablo 4.14. İzokinetik diz ve alt FPT USİ'lerinin karşılaştırılması	45
Tablo 4.15. Alt FPT ve izokinetik diz kuvvet değerleri arasındaki ilişki ..	46
Tablo 4.16. Üst FPT ve izokinetik omuz kuvvet değerleri arasındaki ilişki	46
Tablo 4.17. Alt FPT ve üst FPT değerleri arasındaki ilişki	47
Tablo 4.18. Diz ve omuz izokinetik kuvvet değerleri arasındaki ilişki	48
Tablo 4.19. DT ve NDT taraflardaki statik ve dinamik denge değerleri arasındaki ilişki ...	49
Tablo 4.20. DT ve NDT taraflardaki statik denge ve Y denge testleri arasındaki ilişki	50
Tablo 4.21. DT ve NDT taraflardaki dinamik ve Y denge değerleri arasındaki ilişki	51
Tablo 4.22. Çift ayak statik ve dinamik denge değerleri arasındaki ilişki	52
Tablo 4.23. DT ve NDT statik denge ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişki	52
Tablo 4.24. DT ve NDT dinamik denge ve alt FPT sonuçları arasındaki ilişki	53
Tablo 4.25. DT ve NDT Y denge testi ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişki	54
Tablo 4.26. DT ve NDT statik denge ile izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki	54
Tablo 4.27. DT ve NDT dinamik denge ile izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki	55
Tablo 4.28. DT ve NDT Y denge ve izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki	56
Tablo 4.29. DT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi	57
Tablo 4.30. DT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi	57
Tablo 4.31. DT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği ...	58
Tablo 4.32. NDT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi	58
Tablo 4.33. NDT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi	59
Tablo 4.34. NDT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği ..	59
Tablo 4.35. DT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi	60

Tablo 4.36. DT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi	60
Tablo 4.37. DT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği ...	61
Tablo 4.38. NDT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi	61
Tablo 4.39. NDT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi	62
Tablo 4.40. NDT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği .	62
Tablo 4.41. DT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi	63
Tablo 4.42. DT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi	63
Tablo 4.43. DT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği ...	64
Tablo 4.44. NDT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi	64
Tablo 4.45. NDT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi	65
Tablo 4.46. NDT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği	65
Tablo 4.47. DT tarafta alt FPT kuvvetlerinin üst FPT'lerden MŞT ile regresyon analizi	66
Tablo 4.48. MŞT değerinin DT tarafta MRA değeri ile tahmin edilmesi	66
Tablo 4.49. MŞT değerinin DT alt FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği	66

1. GİRİŞ

Başta Avrupa ülkeleri olmak üzere Dünya genelinde popülaritesi yüksek spor branşlarından biri olan hentbol, dayanıklılık, güç, hız ve koordinasyon gibi yüksek düzeyli fiziksel uygunluk bileşenlerini gerektiren olimpik bir spor dalıdır (Hermassi vd., 2018; Madruga-Parera vd., 2021). Doğası gereği yüksek yoğunluklu vücut teması ile karakterize olmasının yanı sıra içeriğindeki kısa süreli sıçrama, sprint, ani yön değiştirme, vurma, itme, aldatma ve fırlatma gibi spesifik eylemlerin kombinasyonları ile özelleşmiş dinamik bir spordur (Michalsik ve Aagard, 2015). Teknik, taktik beceriler ve rekabet için antropometrik ve motorik beceriler oldukça önemli olsa da elit düzeydeki performans için hem alt hem de üst ekstremitelerdeki güç ve kuvvet potansiyeli başarı için kritik öneme sahiptir (Visnapuu ve Jurimae, 2007). Zira alt ekstremitelerdeki kuvveti hentbol ile karakterize olmuş kısa süreli ani yer/yön değiştirme ve sıçramalar için spesifik öneme sahipken üst ekstremitelerdeki kuvveti de hentboldeki en önemli performans kriterlerinden biri olan etkili savunma yapma ve atış hızı/isabeti ile doğrudan ilişkilidir.

Öte yandan hentbolün yaralanma indeksi yüksek spor branşları arasında yer alması, hentbolcuların bilateralde ve kontralateralde yer alan kas grupları arasındaki kuvvet simetri/asimetri durumlarının takip edilerek olası sakatlık risklerinin ortadan kaldırılması oldukça önemlidir. Bu yüzden mücadele ve başarı odaklı sporcu popülasyonunda, yetenek seçiminin, sakatlık sonrası spora dönüş sürecinin ve aktif sezonun tüm aşamalarının başarılı bir şekilde sürdürülebilmesi ancak güvenilir ve geçerli kuvvet ölçüm yöntemlerinin işe koşulması ile mümkün olacağı düşünülmektedir (Hegedus vd., 2015; Sánchez-Malia vd., 2022).

Günümüzde gerek alt ve gerekse de üst ekstremitelerdeki kuvvetini ölçmeye yönelik olarak “Fonksiyonel Performans Testleri” (FPT) ve bilgisayar tabanlı izokinetik ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Hangi amaçla olursa olsun atletik performans sporcularında klinik olarak karar verme sürecinde bu tür yöntemler oldukça kritik öneme sahiptir. Bu öneminin yanı sıra elbette hem FPT’lerin hem de izokinetik dinamometrelerin bir takım avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin izokinetik dinamometreler; alt/üst ekstremitelerdeki iskelet kaslarının kuvvet potansiyellerini birbirinden bağımsız şekilde ortaya koyması, sakatlık sonrası rehabilitasyon sürecinin planlanması, dominant (DT) ya da nondominant (NDT) taraflardaki benzerliğin veya farklılığın tespit edilmesi işlevini bilgisayar tabanlı olması sayesinde objektif olarak

gerçekleştirebilmektedir. Fakat bunun yanında izokinetik dinamometreler kullanılabilirlik açısından oldukça maliyetlidir. Ayrıca ölçümlerin hem uzun zaman alması hem de kısıtlı alanlarda gerçekleştirilebiliyor olmasının yanında, ölçümlerin gerçekleştirilme ve değerlendirilme süreci uzman kişiler tarafından yürütülmek zorundadır. İşlevselliği açısından bakıldığında ise kapalı kinetik zincir kullandığından yalnızca tek eklem parametrelerini vermesi ve test süresince eklem hareketini sabit hızda gerçekleştirmesi sebebiyle günlük aktivite ve atletik performansta ortaya çıkan kuvvet değerlerini reel olarak temsil edememektedir (Andrade vd., 2002). Buna karşın FPT'lerin gerçekleştirilmesi için üst düzey bir uzmanlığa ihtiyaç duyulmaması, düşük maliyetli olması, alan sınırlamasının olmaması ve güvenilirlik/geçerlilik bakımında uygun olması gibi avantajları sebebiyle araştırmacılar tarafından tercih edildiği görülmektedir (Clark, 2001).

Literatür hentbol branşı özelinde incelendiğinde, gerek alt ve gerekse de üst ekstremité kuvvetinin ölçülmesine yönelik olarak FPT'lerin ve izokinetik dinamometrelerin yaygın şekilde kullanıldığı görülmektedir. Fakat çalışmaların ekseriyetle ya sadece alt ya da sadece üst ekstremité üzerine yoğunlaşmakta olduğu ve ya bu iki ölçüm yönteminin yalnızca bir tanesi kullanılarak yürütüldüğü görülmektedir. Her iki ölçüm yönteminin hem alt hem de üst ekstremité kuvvetini ölçmek üzere birlikte işe koşulduğu, aralarındaki korelasyonun incelendiği ve ölçüm sonuçlarının birbirini yordayıp yordamadığının irdelendiği çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bahsi geçen tüm bilgilerden hareketle araştırmanın amacı; elit hentbolcularda alt ve üst ekstremité kuvvetinin belirlenmesinde yoğun olarak kullanılan geçerli ve güvenilir FPT'ler ile farklı açısal hızlardaki izokinetik ölçümler arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Ek olarak elde edilen sonuçlar ile izokinetik kuvvet testleri ve FPT'ler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi ve FPT'lerden bir ya da bir kaçının izokinetik kuvvet parametrelerinin hesaplanabilme olasılığının incelenmesi hedeflenmiştir. Tüm yönleri ile bakıldığında mevcut çalışma spor bilimleri, tıp ve rehabilitasyon alanında ilk olma özelliği taşımaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuz Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği

Omuz eklemi insan vücudunun en büyük hareket aralığına sahip sinoviyal bir eklemdir. Scapula, humerus ve clavicle kemiklerinden oluşan omuz eklemi hareketine etki eden 4 eklem mevcuttur. Bunlar; glenohumeral (GH) eklem, scapulothoracic (ST) eklem, acromioclavicular (AC) eklem ve sternoclavicular (SC) eklemdir (Allen ve Golightly, 2015; Dawn ve ark., 2008; Drake ve ark., 2007; Terry ve Chopp, 2000). Omuz eklemi, scapula, humerus ve clavicle kemiklerin birleşmesi ile meydana getirdikleri eklem yapıları, bir dizi kas, tendon ve ligamentler ile birlikte oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu sebep ile terminolojide omuz eklemi yerine daha çok “Omuz Kompleksi” ifadesi yer alır (Jobe vd., 2009).

GH eklem omuz kompleksinin 4 temel ekleminden biridir. Skapulanın glenoid fossası ve humerus proksimal başının teması ile oluşan top-soket biçimli bir eklemdir (Cooper vd., 2008; Donatelli, 2011). Scapula, humerus ve clavicle kemiklerine yapışan 8 adet kas ile birleşerek oluşan GH eklem, omuzun ana eklemi olarak ifade edilir (Drake vd., 2007). Eklem oluşumunda humerusun yalnızca %30'unun glenoid teması GH eklem oldukça geniş hareket açısı ve sirkülasyon imkanı sağlar. GH eklem, humeral başın dönme, kayma ve yuvarlanması ile vertikal düzlemde internal-eksternal rotasyon, sagittal düzlemde fleksiyon-ekstansiyon ve frontal düzlemde abduksiyon-adduksiyon hareketlerini gerçekleştirebilir (Biel ve Dorn, 1997; Ebaugh ve Oatis, 2017; Phadke vd., 2011). Öte yandan humerusun küçük bir kısmının glenoid teması mobilizasyonu olumlu etkiliyor olsa da eklem stabilizasyonu zorlaştırmaktadır. Fakat GH eklemi çevreleyen kas, eklem kapsülü, labrum, ligamentler ve kemik yapılarından oluşan kombinasyon eklem yapısal stabilite sağlar ve yerinden çıkmadan çalışmasına izin verir (Allen ve Golightly, 2015; Simon vd., 2015).

AC eklem, clavicle'nin lateral ucu ile scapula'nın acromion'u arasında yer alır ve kayma hareketine izin veren düz bir sinoviyal eklemdir. Scapula'ya ek bir hareket aralığı sağlar ve abduksiyon ve fleksiyon gibi kol hareketlerine yardım eder. Öncelikli işlevi ise kolların hareketinde değişen göğüs kafesinin şeklini takip ederek kürek kemiğinin şeklini düzenlemek, uygulanan kuvvetin üst ekstremiteden clavicle'ya iletilmesini sağlamak ve scapula'ya rotasyon aralığı sağlamaktır (Netter, 1991; Phadke vd., 2011). SC eklem, clavicle'nin sternumla birleştiği yerde bulunur. Elevasyon-depresyon, protraksiyon-retraksiyon ve aksiyal rotasyon hareketlerinin

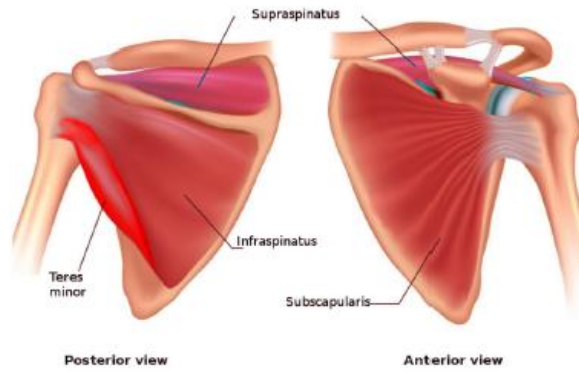
gerçekleştirilmesini sağlar (Netter, 1991). ST eklem, gerçek bir eklem kapsülüne sahip olmadığı için anatomik bir eklem olarak değerlendirilmez fakat mobilizasyonda etkin görevi olduğundan literatürde fizyolojik eklem olarak ifade edilir. Kol hareketlerinin yaklaşık %30'undan sorumlu olan ST eklem, elevasyon-depresiyon, protraksiyon-retraksiyon ve rotasyon hareketlerini gerçekleştirmeye yardımcı olur (Netter, 1991; Phadke vd., 2011).

2.2. Omuz Eklemi Hareket Ettiren Kaslar

Omuz kompleksi, scapula, humerus ve clavicle olmak üzere üç ana kemikten ve eklem boyunca uzanan çoklu kas gruplarından meydana gelmektedir. Bu kas grupları yalnızca omuz eklemi stabilizasyonundan değil aynı zamanda insanların günlük yaşantılarında ve sportif aktivitelerde ihtiyaç duydukları kol ve omuz hareketlerini gerçekleştirmesinde aktif rol oynarlar. Literatürde omuz kompleksi kaslarının sınıflandırılmasında farklılıklar söz konusu olsa da genel olarak Rotator Manşet Kasları (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis), Glenohumeral Kaslar (m. deltoideus, m. teres major), Skapulotorasik Kaslar (m. trapezius, m. levator scapula, m. rhomboideus major, m. rhomboideus minor, m. serratus anterior, m. pectoralis minor) ve Multiple Eklem Kasları (m. biceps brachii, m. latissimus dorsi, m. pectoralis major) olarak ele alınmaktadır (Charalambous, 2019; Drake vd., 2007).

Rotator Manşet Kasları

Omuz nispeten sıkı bir eklemdir ve bu da humerus'a hareket özgürlüğü sağlar. Bu noktada omuz eklemi stabilitesini sağlamak için humerus'u scapula'ya bağlayan ve dört adet kastan oluşan kompleks yapı rotator manşet kaslarıdır (Halder vd., 2000).



Şekil 2.1. Omuz Rotator Manşet Kasları (May ve Garmel, 2020).

M. subscapularis: N. Subscapularis tarafından involve edilen m. subscapularis, rotator manşet kaslarının en büyüğüdür ve üçgen şeklindedir. Origo'su fossa subscapularis, insersiyosu tuberculum minus'tur. Birincil görevi humerus'a internal rotasyon hareketi yaptırmaktır ve bu yönü ile rotator manşet kaslar arasında bu hareketi yaptıran tek kastır. Bazı addüksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde yer alırken aynı zamanda omuz kompleksinin anterior'unu stabilize eder (Moore ve Dalley, 2006).

M. supraspinatus: Rotator manşet kaslarının en küçüğü olan m. supraspinatus, scapula'nın posterior'undaki fossa supraspinous başlar ve humerus'da tuberculum majus'a yapışır. En çok sakatlık hikayesi olan rotator manşet kastır. Siniri n. Subscapularis (C5-C6) olan kas omuz kompleksinin üst tarafında yer alır ve eklemi üstten stabilize eder. Birincil görevi kola abdüksiyon hareketi yaptırmak ve zayıf da olsa lateral rotasyona katkı yapmaktır (Jeno ve Schindler, 2021).

M. infraspinatus: Üçgen yapılı olan bu kasın origosu scapula' nın infraspinos fossa'sıdır ve burayı tamamen kaplayarak humerus'un proksimalindeki tuberculum majus' a tutunur. İnverte edildiği sinir n. supraskapularis'dir. Temel olarak m. teres minor ile birlikte eklem eksternal rotasyon hareketinin yaptırır ve kola lateral rotasyon yaparak skapsiyon hareketini asiste eder (Williams vd., 2018).

M. teres minor: m. teres major ve m. infraspinatus arasında yer alan m. teres minor, n. axillaris tarafından involve edilir. N. infraspinatus ile birlikte omuzun eksternal rotasyonundan sorumludur. Eklemi posterior taraftan stabilize ve humerusun elevasyonunda m. deltoideus'u asiste eder (Halder vd., 2000).

Glenohumeral Kaslar

M. deltoideus: Glenohumeral eklemde en önemli abduktörü olan m. deltoideus, üçgen biçimlidir ve clavicle kemiğinin lateralinden orijinlenen clavicularis (anterior deltoideus), acromion'dan gelen acromialis (middle deltoideus), scapular omurgadan çıkan spinalis (posterior deltoideus) olmak üzere 3 kısımdan meydana gelir (Halder vd., 2000). Bu kısımlar humerus üzerindeki tuberositas deltoidea'da birleşerek kasın insersiyosunu oluşturur. Akromialis omuzdaki abdüksiyon hareketinin en güçlü kısmı olmasına karşın, clavicularis ve spinalis kısımlar abdüksiyon hareket açıklığı konusunda daha üstündür. Ayrıca m. deltoideus'un anterior kısmı fleksiyon ve internal rotasyon, posterior kısmı ise ekstansiyon ve eksternal rotasyon' da görev alır. N. axillaris (C5-C6)' den involve edilir ve omuz kompleksinin addüksiyon dışındaki tüm hareketlerinde işlevi vardır (Charalambous, 2019; Drake vd., 2007).

M. teres majör: Origosu scapula'nın inferior açısının posterioru ve insersiyosu intertübüküler boşluğun medial kenarıdır. İnervasyonu n. subscapularis (C5-C7) tarafından gerçekleştirilir. Humerus'un internal rotasyon, addüksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde işlev görür (Halder vd., 2000).

Skapulotorasik Kaslar

M. trapezius: Cranium ve vertebral kolonu scapula ve clavicle'a bağlayan dolayısıyla axial iskelet ile appendicular iskelet arasında doğrudan bir bağlantı sağlayan yüzeysel bir sırt kasıdır. Her biri işlevsel olarak benzersiz üç parçadan oluşur. Bu parçalar üst (upper trapezius), orta (middle trapezius) ve alt (lower trapezius) trapezius' dur. Birincil görevi scapula'yı ve üst ekstremitayı stabilize ve mobilize etmektir. Üst lifler scapula'ya elevasyon, orta lifler retraksiyon ve alt lifler depresyon ve retraksiyon yaptırır. Ayrıca humerus'un internal rotasyonuna yardımcı olurken 90° üzerindeki abdüksiyon hareketini m. serratus anterior ile birlikte yapar. N. accessorius'un pars spinalis'i tarafından innerv edilir (DeToledo ve David, 2001).

m. levator scapula: Boynun posterolateral'inde yer alan m. levator scapula'nın origosu ilk dört cervical vertebranın processus transversus'larıdır. Scapula'nın angulus superior'u ile stigonum spina arasında sonlanır. Scapula'ya elevasyon yaptırır ve aynı zamanda retraksiyon ve addüksiyonu asiste eder (Drake vd., 2007).

m. rhomboideus minör ve major: N. dorsalis scapula tarafından innerv edilirler ve birlikte çalışırlar. Scapula'nın medialini yukarı çeker ve ayrıca cavitas glenoidalis'i inferiora döndürürler. M. serratus anterior ile antagonisttirler. M. rhomboideus minör 7. vertikal ve 1. torakal vertebradan başlar (C7-T1) ve scapula'nın posterior medialinde sonlanır. M. rhomboideus major ise, T2-T5 vertebraların spinal çıkıntılarından başlayıp, scapula'nın alt köşesi ile trigonum spina arasında sonlanır (Didesch ve Tang, 2019).

m. serratus anterior: Göğüs kafesi üzerinde yer alan dörtgen şeklinde büyük bir kastır. 7. Kostanın lateralinden 9. Kostaya kadar uzanır ve ipsilateralde scapula'nın medial kenarında son bulur. Üst kısmı m. pectoralis minör ve major kasları ile kaplanmıştır ve iç kısmı intercostal kaslara bitişiktir. N. thoracicus longus tarafında innerv edilen m. serratus anterior fonksiyonları açısından omuz kompleksi için oldukça önemlidir. Skapulotorasik ekleme protraksiyon ve yukarı rotasyon sağlar. Ayrıca omuzu fleksiyon ve abdüksiyon fazlarında hareket ettirir (Drake vd., 2007; Xie vd., 2021).

m. pectoralis minör: Oldukça ince ve üçgen şeklindedir. M. pectoralis major kasının altında yer alır. Costochondral bileşkeye bitişik 3. ve 5. costalardan başlar ve scapula'nın medial kenarının costal yüzeyine tutunur. N. pectoralis medialis ve lateralis sinirlerince involve edilir. Scapula'ya depresiyon ve protraksiyon yaptırır ve aynı zamanda bu bölgeyi stabilize etmekte oldukça önemlidir. İnspirasyonda herhangi bir fonksiyonu söz konusu değildir fakat derin inspirasyonu gerçekleştiren kasları asiste eder (Tang ve Bordoni, 2022).

Multiple Eklem Kasları

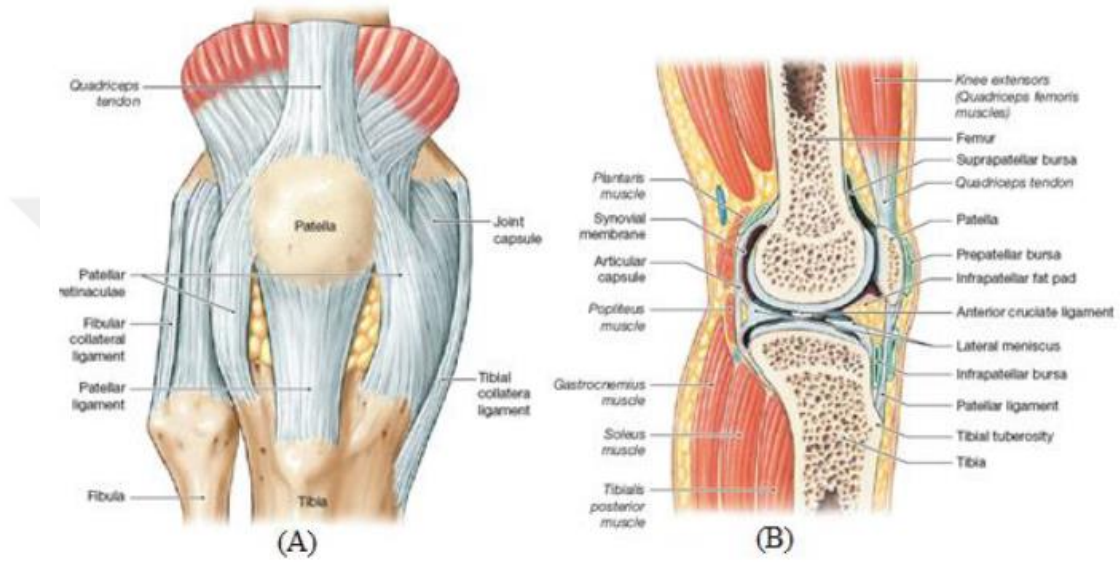
m. biceps brachii: Üst kolun ventral kısmında bulunan ve dolayısıyla fonksiyonel olarak dirsek eklemi ile daha çok ilişkilendirilen kalın bir kاستır. Caput breve (kısa baş) ve caput longum (uzun baş) adı verilen iki baştan meydana gelmektedir. Caput breve coracoid çıkıntının ucundan, caput longum ise glenohumeral eklemin tuberculum supraglenoidale'den orijin alır. İnseriyusu ise lateralde tuberositas radii ve medialde fascia antebrachii'dir. M. biceps brachii güçlü bir ön kol supinatörü ancak zayıf bir dirsek fleksörüdür ve humerus'un fleksiyonuna yardım eder (Jobe vd., 1984).

m. latissimus dorsi: Hem thoracic hem de brachial hareketlere katkıda bulunan ve alt arka toraksın çoğunluğunu kaplayan geniş bir kاستır. İnseriyosu, humerus'un sulcus intertubercularis'in tabındaki crista tuberculi minoris yakınıdır. Birincil görevi üst ekstremitenin fonksiyonel hareketlerini gerçekleştirmek olsa da solunuma yardımcı olduğu da kabul edilir. Humerus üzerindeki antreior bağı sayesinde humerus'a addüksiyon, ekstansiyon ve internal rotasyon yaptırmak için m. teres major ve m. teres major ile birlikte hareket eder. Brachial plexus'un posterior kordonunun bir dalı olan n. thoracodorsal (C6-C7-C8) tarafından inerve edilir (Drake vd., 2007).

m. pectoralis major: Thorax'dan kola doğru uzanmakta olan ve bu bölgenin büyük kısmını oluşturan kاستır. Kalın ve yelpaze şeklinde olan kasın clavicularis fibriller clavicle'ın medial yarısından, sternocostalis fibriller 1.-7. Costalarve anterior sternum'dan ve abdominalis fibriller de eksternal obliğin aponeurosis'inden orijin alır. Tüm fibriller birleşerek, humerus'un crista tuberculi majoris'inde son bulur. İnervasyonu n. pectoralis lateralis ve medialis sinirlerinden sağlanır. Birincil görevi humerus'a internal rotasyon ve addüksiyon yaptırmaktır (Jobe vd., 1984).

2.3. Diz Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği

Diz eklemi, insan vücudundaki en büyük ve en karmaşık yapıya sahip olan sinoviyal bir eklemdir. Femur, tibia ve patella kemiklerinden oluşan diz eklemi hareketine etki eden iki alt eklem mevcuttur. Bunlar, tibiofemoral (tibia ve femur kemiklerinin oluşturduğu) ve patellofemoral (femur ile patella kemiklerinin oluşturduğu) eklemlerdir (Drake vd., 2007; Hassenbrock vd., 2020).



Şekil 2.2. Diz Anatomisi (Martini, 2005).

A. Diz eklemi ön yüzeyel görünüşü. B. Diz eklemi şematik parasagittal kesiti

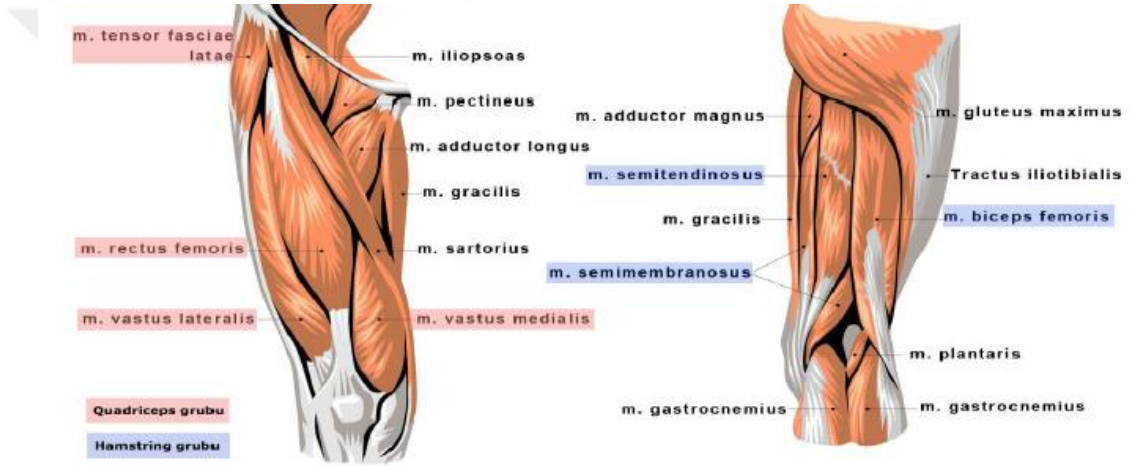
Diz eklemi birkaç hareket düzlemine sahip olmasına rağmen birincil hareketi, femurun anterior ve posteriorunda yer alan büyük kas gruplarının gerçekleştirdiği fleksiyon ve ekstansiyon'dur. Tek eksen üzerinde bu iki zıt hareketi yapabiliyor olması diz eklemi ginglymus (menteşe) tipi yapıya sahip olmasıdır (Sandon, 2022). Öte yandan diz eklemi 30° fleksiyondayken kısmi rotasyon da yapabilmektedir ki bu özellik diğer ginglymus tipi eklemlerde mevcut değildir. Bu özellik diz eklemi iki adet kondilli yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Lippert, 2011; Yılmaz, 2019).

Diz eklemi, alt ekstremité hareketini ve stabilizasyonunu sağlarken, yer çekimi ve vücut ağırlığının ürettiği yükü de taşıması gerekir. Tüm bu görevleri ilgili kemiklerin, bağların, menisküsün, eklem kapsülünün, kasların ve kıkırdak yüzeyin etkileşimi ile gerçekleştirir. Bu yapılar diz eklemi fleksiyon/ekstansiyon, internal/eksternal rotasyon ve abdüksiyon/addüksiyon hareketlerini yaptırmaktadır.

Ayrıca eklemdede yer alan kapsül, menisküs ve konnektif yapılar statik, kaslar ve tendonlar dinamik stabilizasyonda rol alırlar. Bu bilgiler ele alındığında diz eklemının alt ekstremite ve dolayısıyla insan vücudu için hayati öneme sahip olduğu görülmektedir (Drake vd., 2007; Grana ve Larson, 1993; Saç ve Taşmektepligil, 2016).

2.4. Diz Eklemını Hareket Ettiren Kaslar

Diz çevresindeki kaslar diz eklemının stabilizasyon ve mobilizasyonuna yardımcı olur. Diz çevresinde iki ana kas grubu mevcuttur. Bunlar Quadriceps Femoris ve Hamstring kas gruplarıdır. Ayrıca bunların yanında diz eklemının hareketine yardımcı olan fakat ana kas grupları içinde yer almayan kaslar da mevcuttur (Kopydlowski vd., 2014).



Şekil 2.3. Diz eklemının hareketini gerçekleştiren kaslar (Yılmaz, 2019).

Quadriceps Femoris Kas Grubu

Femur kemiğinin anterior tarafında bulunan ve diz eklemının ekstansiyon mekanizmasının en önemli bileşeni olan m. quadriceps femoris; m. rectus femoris, m. vastus medialis, m. vastus lateralis ve m. vastus intermedius kaslarından meydana gelmektedir. 4 başlı bir yapıya sahip olan m. quadriceps femoris, n. femoralis siniri tarafından inerve edilir ve diz eklemının ekstansiyonuna kuvvet ve güç sağlar (Moore ve Dalley, 2006).

M. rectus femoris: m. vastus intermedius'un üzerinde yer alır ve kalça ve diz eklemının anteriorunda yer alan en yüzeysel kıştır. Çaput reflexum ve çaput rectum olmak üzere çift başlıdır. Çaput rectum spina iliaca anterior inferiordan başlarken çaput rectum ilium superiorda asetabulumdan başlar ve her ikisi de patellaya yapışır (Kopydlowski vd., 2014).

M. vastus medialis: Uyluğun ön tarafı boyunca uzanan kas femurun linea asperasının intertrochanterica hattından ve medial ucundan başlar. Quadriceps tendonu yoluyla patellanın superior medial kenarına yapışan m. vastus medialis, vastus medialis oblique ve vastus medialis longus olmak üzere 2 parçadan oluşur ve patellanın medial stabilizasyonunda önemli rol üstlenir (Neumann, 2002).

M. vastus lateralis: vücudun lateral tarafı boyunca uzanan kasın origosu labium laterale linea aspera ve trochanter majördür. Lateral septumdan uzanan bazı liflerle beraber patella tabanının superolateral sınırına yapışır (Weinstabl vd., 1989).

M. vastus intermedius: Proksimal femoral şaftın (çaput femoris) ön ve yan yüzeylerinin 2/3'lük kısmından orijinlenen m. vastus intermedius, quadriceps kas kompleksinin en derin kasıdır ve insersiyusu ligamentum patelladır (Lieb ve Perry, 1968).

M. sartorius: N. femoralis tarafından inverve edilen kas, hem kalça hem de diz eklemlerini kapsar ve vücudun en büyük kasıdır. Spina iliaca anterior superior'dan proksimal tibia'nın medial tarafına oblik olarak ilerler ve tibia'ya yapışır. M. sartorius'un işlevi hem kalça hem de diz fleksörü olarak hizmet edebilmesi bakımından benzersizdir. Ayrıca uyluğa dış rotasyon ve abdüksiyon yaptırır (Walters ve Varacallo, 2022).

Hamstring Kas Grubu

Uyluğun posterior tarafında yer alan ve diz eklemine fleksiyon mekanizmasında en önemli rolü üstlenen hamstring kas grubu temel olarak; m. biceps femoris, m. semitendinosus ve m. semimembranosus kaslarından oluşmaktadır. Hamstring kas grubunda yer alan bu kaslar kalça ve diz eklemine her ikisi arasında çaprazlandığından kalça ekstansörü ve diz fleksörü olarak görev yapan ikili rolleri vardır. Ayrıca sprint, hızlanma, yavaşlama ve hızlı yön değiştirme için faydalı olan büyük miktarda kuvvet üretebilirler fakat çabuk yorulurlar (Liu vd., 2012).

M. biceps femoris: Uyluğun posterolateralinde yer alan kasın başlangıcı iki başlı bir yapıya sahiptir. Uzun baş ischial tuberositas'ın medial fasetinden, kısa baş ise femur'un lateral suprakondiler sırtından ve linea aspera'nın labium lateralinden orijinlenir. M. biceps femoris, fibula'nın baş kısmına tutunur ki burası aynı zamanda dış yan bağlar ile anatomik ilişkili olduğu yerdir. Kasın temel görevi, bacağı fleksiyon, iç rotasyon ve uyluğa ekstansiyondur (Lieber ve Friden, 2000; Snell, 2011).

M. semitendinosus: N. tibialis siniri ile inerve edilen kas, tuber ischiadicum'dan başlar collaterale tibiale ligamentinin facial'inden geçerek anserinus kompleksine eklenir ve insersiyusu tibia'nın medial kesitin iç kondilinin tabanıdır. Bacağın internal rotasyon ve fleksiyonunda aslen görev alırken, uyluğa ekstansiyon, abduksiyon ve internal rotasyon hareketi yaptırmada yardımcı elemandır (Lieber ve Friden, 2000; Saç, 2016).

M. semimembranosus: Biceps femoris'in medialinde yer alan semimembranosus'un origosu tuber ischiadicum'dur. Hamstring kas kompleksinin en büyük kası olmasının yanı sıra en yavaş kasılan kasıdır (Lieber ve Friden, 2000). Tibia'ya internal rotasyon, dize fleksiyon yaptırır ve aynı zamanda dizin posteromedial köşesinin stabilizasyonunda önemli ölçüde katkı sağlar (Koulouris ve Connell, 2005; Moore ve Dalley, 2006).

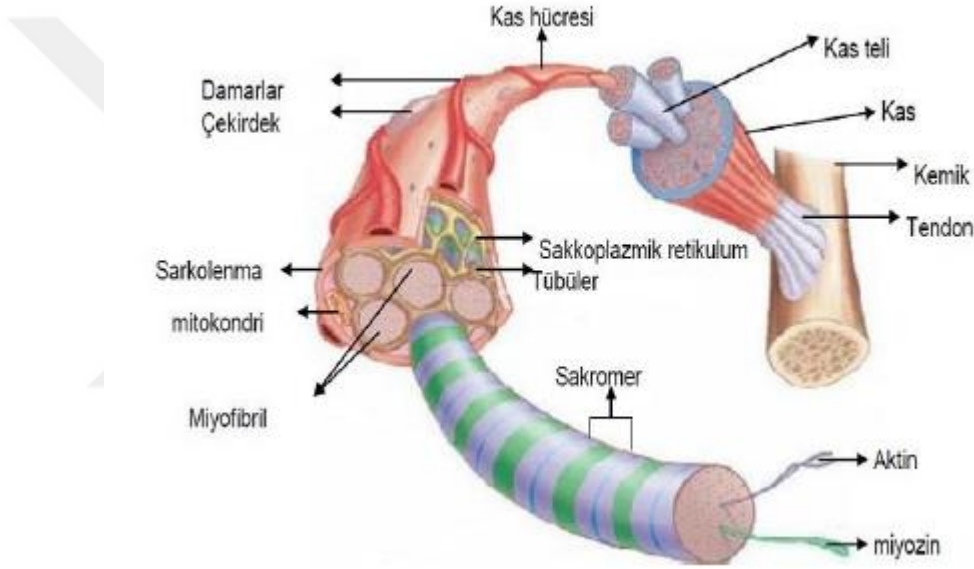
2.5. Kas Fizyolojisi

Kaslar, canlılara sindirim, dolaşım ve solunum gibi hayati fonksiyonları yerine getirebilme ve iskelet sistemine hareket edebilme kabiliyeti sağlayan yapılardır. Bu hayati görevi, beslenme yoluyla elde edilen kimyasal enerjiyi özel yapısı sayesinde mekanik enerjiye çevirerek gerçekleştirir. İnsan vücudunun yaklaşık yarısını oluştururlar ve organizmanın ihtiyaç duyduğu her türlü aktivite kaslarda oluşan kasılmalar sayesinde gerçekleşir (Haff ve Triplett, 2015). Uyarılabilme özelliği bulunan kas hücrelerinin bir araya gelmesi ile oluşan kas dokusu, beyin tarafından gönderilen elektriksel uyarımları zar yüzeyleri boyunca iletebilir ve mekanik olarak kasılma gerçekleştirebilir. Sinir hücrelerine benzer şekilde kimyasal, elektriksel ve mekanik olarak uyarılabilen kas dokusu bu uyarımlara karşı kasılarak tepki verir ve bu yönü onları sinir hücrelerinden ayırır (Guyton ve Hall, 2013).

Kaslar 3 değişik şekilde gruplanırken, fizyolojik yapıları, çalışma prensipleri ve protein yapıları dikkate alınır. Bu kriterler doğrultusunda kaslar; iskelet kasları, düz kaslar ve kalp kası olarak ayrılır. Kalp kası ile düz kaslar vücudun yaklaşık %10'unu oluştururken bu oran iskelet kası için yaklaşık %40'dır. Kalp kası ve düz kaslar otonom sinir sistemi tarafından uyarılmaktadır ve istem dışı çalışırlar. Öte yandan çizgili kaslar olarak bilinen ve istemli çalışan iskelet kasları somatik sinir sistemi tarafından inerve edilir (Ganong, 2010; Powers ve Howley, 2018).

2.5.1. İskelet Kasının Yapısı

İskelet kası, nöronların sinir sisteminin yapı taşları olmasına benzer şekilde kas sisteminin yapı taşları olan birbirinden bağımsız kas liflerinden meydana gelir. Mikroskop ile bakıldığında bünyesindeki farklı yapıların kırıcılık indekslerindeki farklılıklar sayesinde çizgili görünüm sergilemekte olduğu için çizgili kas olarak da anılır Kemikler ile bir araya gelerek kas iskelet sistemini oluştururlar. İskelet kasları tendonlar ile başlar (origo), tendonlar ile sonlanırlar (insersiyö) ve yapılarındaki lifler tendinöz uçlar arasında paralel olacak şekilde yerleşirler. İskelet kasının kasılması esnasında hareket eden birimi tutunma noktası (insersiyö)'dür (Ganong, 2010; Guyton ve Hall, 2013; McComas vd., 2006; Powers ve Howley, 2018; Saladin, 2008).

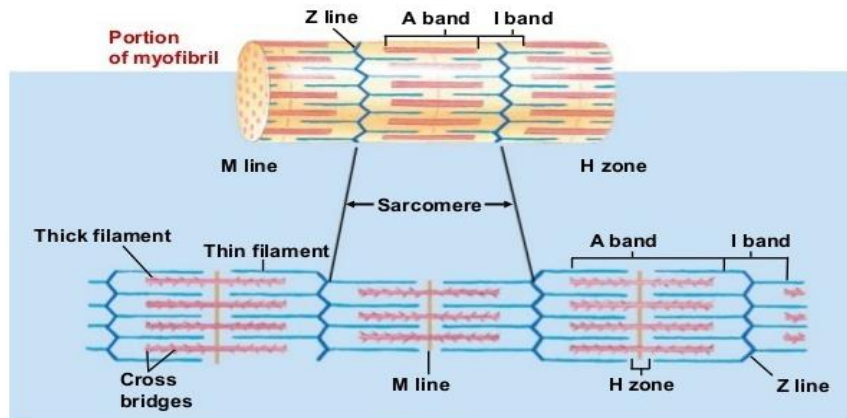


Şekil 2.4. İskelet Kasının Yapısı (Saladin, 2008).

İskelet kasları, epimisyum adı verilen ve tendonlar dahil olmak üzere kas yapısının tamamını bir bütün olarak saran konnektif bir doku ile örtülüdür. Tüm kası saran epimisyumdan içe doğru uzanmakta olan ve fasikül olarak bilinen küçük kısımları oluşturan konnektif yapı ise perimisyum'dur. Fasikülleri meydana getiren ve sayıca çok fazla olan kas lifleri, sarkolemma adı verilen silindirik yapıdaki uzun ve çekirdekli bir hücre zarı ile çevrilidir. Bu yapıların tamamı sarkolemmaya kadar uzanır ve endomisyum ile kaplanır. Bir zincirin halkaları gibi etkileşim halinde olan bu yapı sayesinde her hangi bir hücrede ortaya çıkan gerilim tendonlara kadar ulaşır ve iskelet sisteminin hareketine katkı sağlar (Guyton ve Hall, 2013; McComas vd., 2006; Muscolino, 2018; Saladin, 2008).

İskelet kasının temel yapı taşları olan lifler, iplik şeklinde uzanan ve miyofibril adı verilen binlerce küçük lif yapılarının birbirine paralel şekilde dizilmesi ile oluşur. Miyofibriller seri halde dizilerek ve sarkomer ile ayrışırlar. İçinde yer alan miyofilamentlerin üst üste düzenlenmesi sayesinde iskelet kasına çapraz çizgili görünüm kazandıran sarkomer, kasların kasılmasında hayati öneme sahiptir (McComas vd., 2006; Saladin, 2008). Miyofibrilleri oluşturan miyofilamentler birbirinden farklı yapılar olarak (kalın-ince) incelenmektedir. Tropomiyozin, aktin ve troponin ince yapıyı, miyozinler ise kalın yapıyı meydana getiren kasılma proteinleridir. Miyofibrillerin mikroskop altında görülen açık ve koyu renkli alanlara sahip olması filamentlerin kırılma indekslerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Açık renkli kısım olan A bandını kalın filamentler, daha koyu olan I bandını ise ince filamentler oluşturur. Ayrıca H bandı A bandını böler ve kasın gevşeme fazında aktin ve miyozinin çapraz köprü kuramadığı alandır. H bandının merkezindeki dar ve koyu bant, kalın filamentlerin merkezlerini bağlayan protein yapılarına karşılık gelen M çizgisidir. Öte yandan Z çizgisi adı verilen oldukça ince bir bant I bandını böler ve iki Z bandı arasında kalan bölüm sarkomer olarak adlandırılır (Şekil 2.5). Sarkomer iskelet kasındaki kasılmanın ve uzamanın gerçekleştiği alandır (Plowman ve Smith, 2008; Widmaier vd. 2006; Witmer, 2010).

16 nm çapındaki kalın filamentler, iskelet kasında yer alan proteinlerin %60 lık bölümünü oluşturan miyozin filamentleridir ve hafif polipeptit zincirlerden meydana gelen iki küresel kafaya sahiptir. Bu yapı kasılma esnasında kayan filamentler teorisi kapsamında aktinlerin tutunduğu çapraz köprü başları olarak adlandırılır ve ATPaz enzimi olarak görev alır. Gerçekleşen olay ATP (adenozintrifosfat)'nin yıkımına ve açığa çıkan enerjinin kasın kasılması sırasında kullanılmasına olanak tanır (Plowman ve Smith, 2008; Widmaier vd. 2006).



Şekil 2.5. Sarkomerin Yapısı (Guyton ve Hall, 2013).

2.5.2. Kas Fibril Tipleri

İskelet kasının bünyesinde yer alan, yapısal ve şeklen benzerlik gösteren lifler, işlev-fonksiyon açısından farklıdırlar. Kas liflerinin sınıflandırılmasında temel olarak kasılma hızları ve bu kasılmayı ne kadar sürdürebildikleri önemlidir. Ayrıca liflerin aerobik/anaerobik kapasiteleri, mitokondri sayıları ve ATPaz aktivasyonları da bu süreçte önem arz etmektedir. İşlevsel olarak incelendiğinde iskelet kası lifleri yavaş (tip I-kırmızı) ve hızlı (tip II-beyaz) kasılan lifler şeklinde iki farklı grupta ele alınmaktadır (McArdle vd.,2007).

Her bir iskelet kasında iki tip kas lifi de yer almasına rağmen farklı motor üniteler tarafından uyarılıyor olmaları ve farklı sayıda mitokondriye sahip olmaları lif tipleri arasında metabolik bir çok farklılığa sebep olmaktadır. Örneğin Tip I liflerinin oldukça fazla kılcıl damarlanmaya sahip olmaları ve yüksek miyogloblin sayıları sayesinde aerobik kapasiteleri yüksek iken Tip II liflerindeki yüksek ATPaz enzim aktivasyonu sayesinde glikolitik anaerobik kapasiteleri yüksektir. Aynı şekilde bu durum yorulma süreleri ile de örtüşmekte ve Tip I lifleri Tip II liflerine göre daha geç yorulmaktadır (Guyton ve Hall, 2013; McArdle vd., 2007). Tip II lifleri mitokondri sayılarının az olması sebebiyle beyaz olarak görülmekte ve anaerobik kapasitelerinin yüksek olması sebebiyle de kısa süreli etkinliklerde kullanılmaktadırlar. Tip I liflerinde ise durum farklıdır. Zira kırmızı kas lifleri de denen tip I kas liflerinin oksidatif kapasitesi oldukça yüksektir ve uzun süreli aktivitelerde kullanılırlar. Bu özellikleri açısından bakıldığında sporcuların iskelet kaslarındaki baskın lif tipi onların atletik performanslarını ve ilgilendikleri spor branşlarını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca hangi tip liflerin baskın olduğu daha çok genetik faktörler sayesinde belirleniyor olsa da bireyin antrenman yapısı ve uygulamaları sayesinde bu durum değişiklik gösterebilir (Fox vd., 2012; Murray ve Kenney, 2017).

2.5.3. Kas Kasılması ve Çeşitleri

Kasın kasılması, bir takım nöral ve biyokimyasal aktiviteyi barındıran karmaşık bir yapı olsa da basitçe ‘‘Kayan Filamentler Teorisi’’ kapsamında ince (aktin) ve kalın (miyozin) filamentlerin etkileşimi şeklinde ifade edilebilir. Fakat filamentleri arasındaki etkileşimi engelleyen faktörler ortadan kaldırılmadan kasılma süreci başlamaz ve bu durum dinlenme olarak adlandırılır (Widmair, 2006). Dinlenik haldeki kasın kasılma süreci nöromusküler kavşağa gelen sinir uyarısı ile başlar. Sinir kas birleşme noktasında sinir ucundan asetilkolin salınır. Asetilkolin hücre zarının Na (sodyum) geçirgenliğini artırır ve hücre deporalizasyona uğrayarak kasılma için

gerekli olan aksiyon potansiyeli ortaya çıkar. Ortaya çıkan aksiyon potansiyeli T tübülleri sayesinde sarkoplazmik retikulum (SR)' a yayılır. SR bünyesindeki depo halinde bulunan Ca^{+} (kalsiyum) bu iletinin bir sonucu olarak ortama salınır ve hücre içindeki Ca^{+} konsantrasyonu artar. Serbest hale gelen Ca^{+} troponin ile bağlanır miyozinin aktin ile etkileşimine engel olan troponin aktin filamentinin üzerinden uzaklaştırılır. Böylece miyozinin çapraz köprü başları aktinin aktif bölgeleri ile etkileşime geçer. Bu sırada miyozin ATPaz enzimini harekete geçirerek ATP'nin parçalanmasını ve kasılma için gerekli enerjinin üretilmesini sağlar. Bu etkileşim ile aktin yapıları kasın ortasına doğru çekilerek Z çizgilerinin bir birine yaklaşmasına ve dolayısıyla sarkomerin boyunun kısılmasına sebep olur. Aynı zamanda I ve H bantlarında küçülme oluşurken A bandında herhangi bir değişim görülmez. Bu nöral ve biyokimyasal süreç sonunda kasılma meydana gelir ve ortamda ATP sentezi ve nöral aktivasyon devam ettiği sürece devam eder. Nöral aktivite sonlandığında aktinin aktif bölgelerini açığa çıkartan Ca^{+} iyonları SR'ye yeniden pompalanır ve böylece miyozin köprü başlarının tutunduğu bölgeler troponin ile yeniden kapanır. Bu durumda kasılma sona erer ve gevşeme meydana gelir (Muscolino, 2018; Powers ve Howley, 2018).

Kasın kasılması esnasında ince ve kalın filamentlerin aktivasyonları ve boyları değişkenlik göstermez. Öte yandan kas liflerinin boylarında ve gerilimlerindeki farklılıkların yanı sıra hareket ve eklem yapılarındaki farklılıklar kasılmaların çeşitlenmesini sağlar. Bu kasılma türleri; İzometrik, İzotonik (konsantrik-eksantrik), İzokinetik, Oksotonik ve Tetanik kasılmalardır (Powers ve Howley, 2018).

İzometrik Kasılma: Kasın kasıldığı fakat bağlantı noktasında hareketin meydana gelmediği eylemlere izometrik eylemler (statik), bu eylemleri gerçekleştiren kasılma çeşitine de izometrik kasılma adı verilir. İzo (sabit) ve boy (metrik) anlamlarını ifade etmesinden de anlaşılacağı üzere izometrik kasılmalarda kasın boyu sabit kalırken tonusu (gerilimi) artmaktadır. Sabir duvarı itme çalışması statik bir eylemdir ve ortaya çıkan kasılma ise izometrik kasılmaya örnektir. Çünkü dışardan uygulanan direnç kasta meydana gelen gerilimden fazladır ve dolayısıyla eklem açısında bir değişim gerçekleşmez (Fox vd., 2012; McComas vd., 2006).

İzotonik Kasılma: İzotonik kasılma iki şekilde gerçekleşir ve bunlar konsantrik ve eksantrik olarak isimlendirilir.

Konsantrik Kasılma: Bir diğer ifade ile dinamik kasılma, kasın kasıldığı esnada bağlantı noktalarının bir birine yaklaşması yani kas boyunun kısılması durumunda

ortaya çıkan kasılma türüdür. Konsantrik kasılmalarda gerçekleştirilen mekanik iş yer çekimine karşı yapıldığından pozitifdir ve kasın içinde oluşan gerilim dışardan uygulanan dirençten büyüktür. Ekstansiyon fazındaki bir kolun ağırlığı fleksiyon hareketi ile omuza yaklaştırması bu kasılma türüne örnek olarak verilebilir. Öte yandan kasların aksiyonları konsantrik ve izometrik kasılmaların bir biri ardınca ve ya birlikte gerçekleşmesi ile oluşmaktadır. Bu yüzden kasın hem boyunda hem de tonusunda değişimin meydana geldiği kasılmaya da Oksotonik kasılma denir (Bompa, 2011; Floyd, 2015; Andersen vd., 2005).

Eksantrik Kasılma: dinamik bir kasılma türü olan ekstantrik kasılmada kas içi gerilimi artarken aynı zamanda kasın tutunma noktaları uzaklaşır yani konsantrik kasılmanın aksine kas boyu uzar. Eksantrik kasılmalarda gerçekleştirilen mekanik iş yer çekimi yönünde yapıldığından negatiftir. Fleksiyon fazdaki kolun ekstansiyon faza geçerken gerçekleşen kasılma buna örnektir. Kas dışardan uygulanan bir dirence karşı koyarken ortaya çıkan gerilim altında uzadığından ortaya çıkan eksantrik eylemler vücudu yavaşmak amacıyla gerçekleştirilir (Chu ve Myer, 2013; McComas vd., 2006).

İzokinetik Kasılma: Sabit bir hızda gerçekleştirilen hareket sonlanıncaya dek oluşan ve kasılma süratinin sabit kaldığı maksimal kasılma türüdür (Nordin ve Frankel, 2012). İzokinetik kasılmada hız sabit olsa da eklem açılarında ve açısal hızlardaki farklılıklar sayesinde uygulanan maksimal kuvvette değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu kasılma türünün gerçekleştirilebilmesi için izokinetik dinamometreye ihtiyaç duyulmaktadır. Dinamometre izokinetik kuvvet ölçümü esnasında testi uygulayan kişinin ürettiği kuvvete eş direnç oluşturur ve bu sayede birey ne kadar kuvvet üretirse üretsin gerçekleştirdiği hareket hızında değişiklik gerçekleştiremez. Fakat birey konsantrik ve eksantrik kasılmaları birlikte gerçekleştirerek test süresi boyunca dinamometreye karşı farklı düzeyde maksimal kuvvet üretimi gerçekleştirebilir. Bu türden bir egzersizi gerçekleştirmek kasa hareket boyunca maksimum seviyede çalışma imkânı sunar (Fox vd., 2012; Brown ve Weir, 2001; Wilmore vd., 2008).

2.6. Kuvvet ve Türleri

Kuvvet sergilenebilecek maksimum çaba ile bir kas ya da kas grubunun karşılaştığı bir direncin üstesinden gelebilmesidir (Fox vd., 1993). Fizyolojik açıdan ifade edildiğinde ise; sinir-kas sisteminin içsel ve dışsal olarak ortaya çıkan bir dirence karşı koyabilme yeteneğidir (Enoka, 2008; McArdle vd., 2011). İnsanların günlük yaşamlarını sürdürebilmeleri için önemli bir gereksinim olsa da sporcu popülasyonu için hayatidir. Zira bir fiziksel etkinlikte ortaya koyulacak performansın kalitesi, o

etkinliği gerçekleştirmek olan kişi/grupların sahip oldukları kuvvet düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Aynı zamanda kuvvet diğer motorik özelliklerin temelini oluşturması bakımından bireylerin motorik gelişiminde idealin yakalanması açısından da oldukça önemlidir.

Kuvvet yapısı gereği gerek oluşum şekilleri ve gerekse de aksiyonel kullanımı açısından fazlasıyla karmaşıktır. Bu yüzden kuvvetin daha iyi anlaşılabilmesi ve/veya incelenebilmesi amacıyla farklı sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır. Özellikle antrenman bilimi açısından incelendiğinde maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, kuvvette devamlılık ve izokinetik kuvvet olarak özelleştirilebilmektedir. Bu sınıflandırma aynı zamanda kas kasılmasının kapsamı, yoğunluğu ve süresi ile de karaterize edilmiştir (Günay vd., 2019; Muratlı vd., 2007).

Maksimal kuvvet: Nromuskular kas sisteminde istemli şekilde gerçekleştirilen kas kasılmaları sayesinde tek tekrarda ortaya koyulabilecek en yüksek kuvvettir (Bompa ve Haff, 2017). Kasılmaların gerçekleştiği kasın hacminden ziyade kasın enine uzanan kesit alanları ile doğru orantılıdır. Yani kasın enine kesit alanları ne kadar fazla ise bünyesindeki sarkomer sayısı ve dolayısıyla miyozin filamentlerinin sayısı o kadar artmaktadır. Miyozin filamentlerinin artması da miyozin köprü başlarının aktin yapılar ile bağlanmak suretiyle ortaya çıkan kuvvet üretiminin artmasını ifade eder. Ancak sarkomer miktarına bağlı olarak ortaya çıkan kas kuvvetinin yüksek ve kaliteli olmasına rağmen kasılma sresinin oldukça kısadır ve üretilen maksimum kuvvetin sürdürülebilirliği düşüktür (Baechle ve Earle, 2008; Hole, 1981). Bu yüzden maksimal kuvvet kısa süreli ve yüksek yoğunluklu aksiyonların gerçekleştirilmesindeki performans açısından oldukça önemlidir (Howard ve Enoke, 1991).

abuk Kuvvet: Motorik özelliklerden kuvvet ve süratin birlikte oluşturdukları ve nromuskular sistemin bir dirence karşı en hızlı biçimde direnç gösterebilme kabiliyetidir (Bompa ve Haff, 2017). Diğer bir ifade ile, birim zamanda gerçekleştirilen en yüksek kasılma tekrarıdır (Taşkıran, 1997). Yüksek düzeyde gerçekleştirilen bir kasılma çabukluğu sayesinde nromuskular sistemin bir direncin üstesinden gelebilme yeteneğine ihtiyaç duyulan sprint gibi kısa süreli ve yüksek yoğunluklu becerilerin veriminde önemlidir. Öte yandan nromuskular sistemin bünyesindeki elastik ve kasılabilir elementler refleks sistemi ile eş güdümlü çalışarak çok çabuk bir yükleme ve tepki gerçekleştirebilmektedir. Bu yüzden çabuk kuvvet, elastik kuvvet ya da patlayıcı kuvvet olarak da adlandırılmazdır (Dündar, 2000).

Kuvvette Devamlılık: Kuvvet ve dayanıklılığın eşgüdümlü bir şekilde çalışmasını ifade eden kuvvette devamlılık, organizmanın uzun süreli kuvvet gereksinimine ihtiyaç duyulan egzersizlerde yorgunluğa karşı koyabilme yetisidir. (Muratlı vd., 2007; Sevim, 2007). Uzun süreli ve düşük yoğunluklu aksiyonların yer aldığı spor branşlarındaki performans verimi açısından oldukça önemlidir (Bompa ve Haff, 2017).

İzokinetik Kuvvet: Gerçekleştirilen bütün bir hareket açıklığı içerisinde sabit bir hızla yapılan kasılma türüne izokinetik kasılma ve bu kasılmalar süresince ortaya çıkarılabilen en üst düzey tork değeri izokinetik kuvvet olarak ifade edilmektedir (Cifu, 2020; Kenney vd., 2019). İzokinetik kontraksiyon ile kasta meydana gelen gerilim, tüm eklem hareket açıklığı boyunca sabit (izo) hızda (kinetik) ve maksimum düzeydedir (Prentice, 2001; Dvir, 2004).

Bilindiği üzere kas kuvvetinin geliştirilmesi özellikle sporcu popülasyonu için oldukça önemlidir. Bu yüzden kuvvet gelişiminde gereksinimleri karşılamak üzere farklı kasılma türlerini birlikte ya da bağımsız olarak işe koştan egzersizler kullanılmaktadır. Fakat tüm kasılma türleri içerisinde kas kuvvetinin gelişimine en iyi etki eden kasılma türünün izokinetik kasılmalar olduğu kabul görmektedir (Akgün, 1994; Davies, 1992). Çünkü izokinetik kasılmaları içeren egzersizler diğer kasılma egzersizlerinin aksine hareket açıklığının her anında maksimum dinamik yüklenme sağlamaktadır ve dolayısıyla kas kuvvetinin gelişimine yüksek düzeyde etki etmektedir (Timm, 1995). Öte yandan kaslarda oluşan maksimum kuvvet bir çok yöntem yardımı ile ölçülebilmektedir. Fakat izokinetik kasılmalar ile oluşan izokinetik kuvvetin ölçümü bilgisayar tabanlı olarak organize edilmiş izokinetik dinamometreler sayesinde gerçekleştirilebilir.

İzokinetik dinamometreler, ölçüm ve ya çalışma esnasında hareketin düzeni ve hızının işlevsel olmaması gibi bir takım dezavantajlara sahiptir (Andrade vd., 2002). Fakat seçili kas gruplarının gelişimi ve niteliklerinin keşfi açısından etkili sonuçlar ortaya koyması ve kas sakatlıklarındaki rehabilite sürecinin sağlıklı ilerleyebilmesi açısından güvenilir olması sebebiyle tercih edilmektedir (Baltzopoulos ve Brodie, 1989). Ayrıca kapalı kinetik zincir sayesinde iskelet kaslarını birbirlerinden bağımsız olacak şekilde değerlendirebiliyor olması ve gerçekleştirilen hareketlerin istenilen açısal hızlarda gerçekleştirilmesine olanak sağlıyor olması da izokinetik sistemlerinin diğer yöntemlerden çok daha avantajlı olduğunu göstermektedir (Adaş, 2008). Öte yandan izokinetik ölçümlerde kuvvet yerine açısal hıza karşılık gelen Tork (torque)

terimi kullanılmaktadır. Tork, bir nokta ve ya eksen boyunca ortaya koyulan kuvveti temsil eder ve birimi Newton/Metre (Nm) ve ya foot/pound 'dur (Stockdale, 2011). İzokinetik dinamometreler kullanılarak yapılan ölçümlerin çıktıları sporcuların mevcut gelişim düzeyi ve kapasiteleri hakkında önemli tanımlayıcı bilgiler sunmaktadır. Bu veriler sporcuların dominant/nondominant ve agonist/antagonist kas grupları arasındaki denge ve/veya dengesizliklerin keşfedilip gelişim süreci ve ya antrenman programlarının düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca sporcuların alt ekstremitte sakatlık eğilimleri ile ilgili oldukça hayati olan hamstring/quadriseps (H/Q) oranlarını anlık olarak belirleyebiliyor olması çıktıların güvenilir ve işlevselliğini açısından oldukça önemlidir (Almosnino vd., 2012; Andrade vd., 2012; Costa vd., 2009; Kong ve Burns, 2010).

2.6.1. Kas Kuvveti Oluşumunda Etkin Faktörler

Kuvvet; nöromüsküler sistemin bir direnci yenebilmesi, hızlandırıp yavaşlatabilmesi ve ya mevcut pozisyonunu stabilize etmesini sağlayan etkidir (Enoka, 2008; McArdle vd., 2011). Sporcuların sergileyecekleri atletik performansın önemli belirleyicilerinden biri olan kuvvetin niteliği ve niceliği, nörolojik, fizyolojik, koordinatif ve psikolojik faktörlerden direkt ya da dolaylı olarak etkilenmektedir. Dolayısıyla bu etkilerin bilinirliği sporcu popülasyonunun sergileyecekleri atletik performansın maksimum düzeye çıkması açısından oldukça önemlidir (Zatvorsky ve Kraemer, 2006).

Sinir sisteminin görevlerinden biri de iskelet kaslarının kasılıp-gevşemesi için gerekli uyarıları motor ünite vasıtasıyla kaslara iletmektir. Bu yüzden iskelet kasını uyaran motor ünite sayısı ve ünitelerin ateşleme yapısı kasın üretebileceği maksimum kuvveti direkt olarak etkilemektedir. Bir iskelet kasını uyaran motor ünite sayısı üretilen maksimum kuvvet ile doğru orantılı iken kuvveti meydana getirecek kasın kasılma süresi ile ters orantılıdır (Baechle ve Earle, 2008; Enoka, 2008; Ichinose vd., 2000).

Kuvveti etkileyen bir diğer faktör ise; kuvveti oluşturan kasın enine kesitinin yüzeyidir. Zira kasın enine kesitinde meydana gelen artış kastaki sarkomer sayısının ve dolayısıyla kuvvet üretim mekanizmasındaki aktin ve miyozin filamentlerinin sayısını artmasına sebep olur. Bu durumdan kasın üretebildiği maksimum kuvvet olumlu etkilenecek artar (Bruce vd., 1997). Öte yandan gerek kas içi ve gerekse de kaslar arası koordinasyonu temsil eden koordinatif faktörler de maksimum kuvvet üretiminde önemli rol oynar. Çünkü kas içi koordinasyon bir hareketi meydana getiren

kasların etkileşimini, kaslar arası koordinasyon ise birbirinden bağımsız olan kas fibrillerinin koordineli çalışmasını ifade eder. Gerek kas içi ve gerekse de kaslar arası koordineli çalışma mekanizmasının düzeyi maksimum kuvvet üretimini ve gerçekleştirilen hareketin kalitesini olumlu yönde etkiler (Sevim, 2010).

Özellikle atletik performansta diğer tüm motor becerilerde olduğu gibi kuvvet yetisinde de psikolojik süreçler oldukça etkilidir. Zihinsel ve ruhsal dayanıklılık sporcu popülasyonunda başarıyı mümkün kılan en önemli motivasyonel gereksinimdir. Bireylerin motivasyonel düzeyleri maksimum kuvvet üretimine katılan tüm bileşenlerin bu süreçte optimal kullanımına zemin hazırlar (Muratlı vd., 2007; Sevim, 1997).

Bir hareketin ve ya becerinin gerçekleştirilmesinde organizmanın kullandığı enerji mekanizması ve bu mekanizmanın ihtiyaç duyduğu besin öğelerinin tüketimi ihtiyaç duyulan kuvvet üretimini doğrudan etkilemektedir. Farklı spor branşlarında ve/veya bir spor branşının farklı hareket kalıplarında vücudun kullandığı enerji mekanizmasının enerji ve besin ögesi gereksinimi çeşitlilik göstermektedir. Bu yüzden gerçekleştirilecek olan hareketin mekanik yapısına uygun beslenme ritüelleri bireyin üretebileceği maksimum kuvvet kapasitesini etkilemektedir. Son olarak bireylerin bir hareketi gerçekleştirdiği ortamın nem, ısı vb. özellikleri, üretilen maksimum kuvvetin niteliğini ve niceliğini dolaylı da olsa etkileyebilir (Beachle ve Earle, 2008; Becker ve Awiszus, 2001; Kasprisin ve Grabiner, 2000).

2.7. Denge

Denge, vücudun lokomotor bir hareket gerçekleştirirken ve ya hareketsiz iken görme, işitme ve propriyosepsiyon gibi duysal işlevlerin koordinasyonu sayesinde mevcut pozisyonu koruma becerisidir (Hrysomallis, 2007). Biyomekanik olarak ise, minimum postural salınım ile vücudun ağırlık merkezini destek tabanı üzerinde dikey şekilde koruma süreci olarak ifade edilmektedir (Sucan vd., 2005). Görme, vestibüler ve somatosensoriyel yapılar tarafından sürekli olarak ve hızlı bir şekilde geri bildirim ve buna paralel olarak koordineli nöromüsküler aksiyonların yürütülmesine dayanır (Hrysomallis, 2007). Kabaca vücudun mevcut durumunu korumak olarak ifade edilen denge, branş farkı gözölmeksizin tüm spor dallarında gerçekleştirilen becerilerin maksimum doğruluk ve verim ile uygulanmasında önemli rol oynar. Bunun yanı sıra dengenin yapılan spor türü açısından özgünlük gösterdiği ve bir sporcunun bütün spor branşları için kullanabileceği bir dengeyi elde edemeyeceği ifade edilmektedir (Yağcı

vd., 2004). Yani bu durumda herhangi bir spor branşı özelindeki denge gereksinimi, o branşa uygulanan tekniğe özgü olacak şekilde gelişmektedir (Singer, 1980).

Denge, istenilen bir hareketin sergilenmesinde ani değişiklikler içeren dinamik sporlar için temel oluşturmaktadır. Çünkü denge, sporcu popülasyonunda üst düzey performans için ihtiyaç duyulan vücut kompozisyonu ve stabilizasyonunu sürdürme açısından oldukça önemlidir (Zech vd., 2009; Gioftsidou vd., 2012). Denge performansının belirlenmesi amacıyla manuel ve ya elektronik sistemlerin kullanıldığı bir takım yöntemler uygulanmaktadır (Malliou vd., 2004; Platzer vd., 2009). Manuel olarak gerçekleştirilen ölçümler arasında en yoğun kullanılan yöntemler, “Modifiye Bass Balance Test”, “Yıldız denge Testi”, “Flamingo Denge Testi” ve “Y Denge Testi”dir. Bunlarla beraber ekselerometreler gibi elektronik sistemler klinik ortamda denge performansının ölçülmesinde geçerli ve güvenilirdir (Yıldız vd., 2022). Denge, tabanın sabit ya da hareketli olmasından yola çıkılarak statik denge ve dinamik denge olarak sınıflandırılmıştır (Karlsson ve Frykberg, 2000; Muratlı, 2003).

Statik Denge; durağan bir destek düzeyinde, antagonist kasların fazlasıyla çalıştığı ve vücut salınımının minimize edildiği bir duruşun sürdürülmesi olarak ifade edilmektedir (Lewis vd., 1985). Başka bir deyişle, sabit bir destek tabanında vücudun belirli bir pozisyonunun korunmasıdır (Bouisset ve Do, 2008). Statik dengeyi gerçekleştirmek ve sürdürmek, vücut kütlelerinin ikinci sakral omurgadan geçmesine ve destek tabanında stabil kalmasına bağlıdır (Gürkan vd., 2016). Statik dengenin ölçümünde klinik ölçek ve ya bilgisayar tabanlı sistemlerin yanı sıra “Denge Hata Puanlama Sistemi” ve ya “Berg Denge Ölçeği” geçerli ve güvenilir ölçekler olarak kullanılabilmektedir (Gribble vd., 2007).

Dinamik denge, hareket halindeki vücuda etki eden eksternal kuvvetlerin, hareketi gerçekleştiren kas ve eklemi çevreleyen yumuşak dokular tarafından elimine edilmesi ile sağlanan dengeyi ifade eder (Nichols vd., 1995). Eylon (2017) ise dinamik dengeyi, “hareket sırasında oluşan postüral değişikliklerin önceden kestirilebilmesi ve denge değişikliklerine uygun yanıtlar verilebilmesi” şeklinde ifade etmiştir. Sportif etkinliklerin tamamında ve spor branşı özelinde gerçekleştirilen tüm egzersizler statik ve dinamik denge becerilerinin her ikisine birden gereksinim duyar. Bu yüzden müsabaka hazırlık evresinde gerçekleştirilen egzersizler her iki denge türünün kombinasyonlarını içermelidir (Wang, 2013). Dinamik denge veriminin ve/veya düzeyinin belirlenmesinde “Stabiliometre” (Davlin, 2004), “Angel Denge Testi” (Moein ve Movaseghi, 2016), “Y Dinamik Denge Testi” (Türkeri vd., 2019) ve

bilgisayar tabanlı “Postürografi Testleri” kullanılmaktadır (Olchowik ve Czwalik, 2020).

2.8. Hentbol, Kuvvet ve Denge İlişkisi

Modern anlamda hentbol ilk defa 1897 yılında Danimarka’da oynanmış olup Almanya ve İsviçre başta olmak üzere kısa sürede Dünya ölçeğine yayılmıştır. Erkeklerde 1972 (Münih) kadınlarda ise 1976 (Montreal) olimpiyatlarında olimpik bir spor branşı olarak kabul görmüştür. Günümüzde ise birçok uluslararası platformlarda Dünya genelinde oynanan bir spor branşı olan hentbol, futbol ve basketboldan sonra en popüler sporlar arasında gösterilmektedir. 2023 verilerine göre 1946 yılında kurulan Uluslararası Hentbol Federasyonu (İHF)’na bağlı 203 ülke federasyonu hentbol organizasyonlarında yer almaktadır. Bu federasyonların bünyesinde yaklaşık 795 bin kulüp ve bu kulüperin bünyesinde ise 30 milyondan fazla sporcu mücadele etmektedir (Daneshjoo, 2018; Luteberget vd., 2015).

Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC) hentbolu yaralanma indeksinin yüksek olduğu spor branşları arasında tanımlamaktadır. Bu tanım hentbolun doğası gereği yüksek yoğunluklu vücut teması ile karakterize olmasının bir sonucudur (Vila vd., 2022). Öte yandan hentbol, aralıklı olarak çok sayıda kısa süreli ve yüksek yoğunluklu spesifik eylemler gerektiren, karmaşık ve dinamik bir spordur. Ayrıca oyun, koşma, sprint atma, sıçrama, yüksek hızlı atışlar, vurma, itme, aldatma, yanıl kayma, blok yapma ve ani yön değiştirme gibi aksiyonlar ile kombine olduğundan oldukça zorlu bir temas sporudur (Michalsik ve Aagaard, 2015).

Özellikle son yıllarda hentbol oyununun temel kurallarında gerçekleştirilen bir takım dinamik kural değişiklikleri oyunu daha karmaşık, daha güçlü ve daha zor bir yapıya büründürmüştür. Öyle ki istatistiklere göre elit düzeydeki hentbolcular resmi bir maç esnasında; ortalama 73 ± 32 yüksek hızlı lokomotor hareket, 14 ± 6 sıçrama eylemi, 31 ± 12 ani yön değişikliği gerçekleştirmekte ve tüm bunları yaparken minimum 4 kilometre mesafe kat etmektedir. Ayrıca sporcular bir sezon boyunca %73-75 oranında sıçrayarak yaptıkları ortalama 130 km/h hızla toplam 48 bin atış gerçekleştirmektedir (Vila vd., 2022; Wagner vd., 2014). Bu veriler ışığında bir hentbol oyuncusundan, oyunun tüm gereksinimlerini istenen düzeyde gerçekleştirmesi için aerobik ve anaerobik dayanıklılık açısından kombine yeteneklere sahip olması ve yüksek fiziksel taleplere tepki verebilmesi beklenmektedir (Chelly vd., 2011; Michalsik ve Aagaard, 2015).

Günümüzde oldukça hızlı oynanan ve önemli düzeyde dayanıklılık gereksinimleri bulunan hentbol oyununda sadece aerobik ve anaerobik dayanıklılık değil aynı zamanda sporculardan pozisyonlarının gerektirdiği fizyolojik ve atletik parametrelerde optimum seviyede gelişim beklenmektedir. Zira oyunun hücum ve savunma yönü göz önüne alındığında sporcuların teknik-taktik beceriler, sert savunmaya karşı isabetli şut atma, hızlı hücumla çıkma ve bireysel/takım savunması yapma gibi önemli manevralardaki gösterdikleri performans oldukça hayatidir. Bu yüzden hentbolde oyuncuların ve/veya takımların ortaya koyacakları performansın optimum düzeye çıkarılması fiziksel uygunluk bileşenlerindeki gereksinimlerin karşılanması ile mümkündür. Genel olarak takım hentbolunda optimum performansın özellikle kuvvet ve dengeyi de içine alan motorik beceriler ve sıçrama, esneklik, top fırlatma hızı ve sprint gibi önemli faktörler ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir (Hatzimanouil ve Oxizoglou, 2004; Spasic vd., 2015; Wagner vd., 2014; Zapartidir vd., 2011).

En temel tanımı ile kuvvet, karşılaşılan herhangi bir dirence karşı koyabilme yeteneğidir. Fizyolojik açıdan bakıldığında ise nöromüsküler kas sistemlerinin internal ve eksternal olarak meydana gelen bir direncin üstesinden gelebilme kabiliyetir (Enoka, 2008; McArdle vd., 2011; Suchomel ve Nimphius, 2016). Çeviklik, hız, güç ve denge yetilerinin ön koşulu olarak kabul edilen kuvvet, sporcuların gelişimleri ve ortaya koyacakları performansın niteliği açısından hayati öneme sahiptir. Zira branş farketmeksizin sportif faaliyetlerin tümünde ortaya çıkan başarı ve ya başarısızlıkta bireylerin kuvvet gelişimleri önemli rol oynamaktadır. Zira pozisyon farketmeksizin hentbol oyuncuları farklı şiddet ve sürede kuvvet üretmek zorundadır. Çünkü hentbol doğası gereği yüksek düzeyde güç gerektiren yüksek yoğunluktaki kompleks hareketlerin gerçekleştirilmesi ile karakterizedir. Örneğin, topu kavrayabilme, paslaşma, aldatma, sıçrama, şut atma ve savunma yapmak gibi manevraların her biri üst düzey kuvvet ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu durum optimum performans için kuvvetin tüm ana formlarının (maksimal kuvvet, çabuk kuvvet..vb) hentbol branşı özelinde ne derece önemli olduğunu göstermektedir (Bragazzi vd., 2020; Spieszny ve Zubik, 2018). Ayrıca hentbol oyununun gerek savunma ve gerekse de hücum formasyonlarında gerçekleştirilen kısa süreli, yüksek yoğunluklu genel ve ya spesifik becerilerin optimum verimlilikte gerçekleştirilmesi, bir bütün olarak gövdenin ve alt/üst ekstremiteler kas gruplarının ortaya çıkaracağı güç ve kuvvet ile ilişkilidir. Nitekim nihai amacı gol atmak ve rakibin aynı amacında başarılı olmasını engellemek

adına ortaya koyulması gereken performans sporcuların alt ve üst ekstremitte kuvvet parametreleri ile doğru orantılıdır. Oyunun hücum yönünde dikey/yanal sıçramalar, ani yön değişiklikleri ve aldatmalar için alt ekstremitenin, paslaşma ve şut atmak için ise üst ekstremitenin üretebildikleri maksimum güç, başarı için önemli kriterlerdir. Aynı şey oyunun savunma yönü için de geçerlidir zira savunmada yanal kayma, tutma, itme ve blok yapma gibi önemli aksiyonlar için hem alt hem de üst ekstremitenin ortaya koyacağı kassal aktivasyon bir tarafın oyun dinamiklerinde üstün gelebilmesi için önemlidir (Bragazzi vd., 2020; Felson vd., 2009; McArdle vd., 2011).

Öte yandan bilek, diz ve omuz yaralanma indeksinin yüksek olması sebebiyle hentbolda gerek alt ve gerekse de üst ekstremitte kuvvet parametrelerinin geliştirilmesi, süreç içerisinde değerlendirilmesi ve olası sakatlık ihtimallerinin ortaya koyulması maksimum performans ve başarı ile yakından ilişkilidir (Akılan ve Shah, 2014). Nöromusküler değişkenlerin bünyesinde yer alan alt ve üst ekstremitte kas kuvveti ortaya koyulan performans üzerinde etkin rol oynarken aynı zamanda sporcuların yaşayacakları olası sakatlık ihtimallerinin de önüne geçer. Çünkü omuz ve diz eklemini çevreleyen kasların bir düzen içerisinde koordineli çalışması ve uygun kasılmalar gerçekleştirmesi, ilgili eklemlerdeki stabilizasyonu artırırken mobilizasyon ve stabilizasyonda önemli görev üstlenen bağların üzerindeki gerilimi azaltacaktır. Bu da hentbol oyunu ile karakterize olmuş kısa süreli ve yüksek yoğunluklu hareketlerin maksimum verimlilikte gerçekleştirilmesine ve bu süreçte ortaya çıkabilecek olası sakatlıkların önüne geçilmesine yardımcı olacaktır. Özetle motorik özelliklerden biri olan kuvvet bileşeni, hentbol branşı özelinde gerek performansa etkisi ve gerekse de olası sakatlık ihtimallerinin minimize edilmesi açısından oldukça önemlidir (Bragazzi vd., 2020; Felson vd., 2009; McArdle vd., 2011).

Takım hentbolu ile yakından ilişkili bir diğer yetenek ise dengedir. Denge; dinamik ve statik olarak sınıflandırılmakta ve minimum postural salınım ile vücudun ağırlık merkezini destek alanı üzerinde tutma yetisi olarak tanımlanmaktadır. (Gribble, vd., 2007; Hammami, 2016). Bir diğer ifade ile gerçekleştirilen bir hareketin gereksinimleri doğrultusunda vücudun statik ve dinamik pozisyonu ortaya koyabilmesidir (Sucan vd., 2005). Koordinasyon kavramı ile önemli bir ilişkisi bulunan denge, motor becerilerin beklenen düzeyde gerçekleştirilebilmesine etki eden ana bileşenlerden biridir. Zira sporcuların denge yetisinin gelişmiş olması nöral aktivasyonlar ile kasılma tepkileri arasındaki süreyi azaltmak suretiyle yüksek

performansın sergilenmesinde ve sakatlık risklerinin azaltılmasında önemli rol oynar (Zech vd., 2009; Gioftsidou vd., 2012).

Son zamanlarda yaş grubu farketmeksizin denge sorunları yaşanmasına sebebiyet veren vestibüler sistem ve nöromüsküler sistem hastalıklarının yanısıra sportif etkinliklerde oluşabilecek sakatlık durumlarının engellenmesi ve performansın arttırılması amacıyla propriyosepsiyon ve denge yetisinin iyileştirilmesine önem atfedilmektedir (Hrysomallis, 2011; Hammami, 2016). Takım hentbolu doğası gereği kısa süreli ve yüksek yoğunluklu beceriler bütünü olması sebebiyle hentbolcuların çok kısa süreler dahilinde uyarıcıları süzmesi ve onlara uygun tepkiler vererek karar verilen beceriyi optimal doğrulukta gerçekleştirilmesi için gelişmiş bir dengeye sahip olması elzemdir. Örneğin hentbolda sıçrayarak atış ya da blok yapmak için gerekli sıçrama aksiyonunda ve sonrasında sporcuların sergiledikleri denge kontrolü sadece optimal performans açısından değil aynı zamanda yüksek sakatlık riskinin azaltılması açısından önemlidir. Ek olarak bir hentbol müsabakasının her anında gerçekleştirilen ani yer/yön değişikliklerinde postural stabilizasyonun korunması açısından da kıymetlidir. Bu yüzden denge, hem genel sağlığın korunmasında hem de branş farkı gözetmeksizin tüm sportif faaliyetlerde, sportif başarı ve ya performans değerlendirme kriterleri arasında yerini korumaktadır (Gribble, vd., 2007; Hammami, 2016).

2.9. Literatür Taraması

İskelet kasları tarafından üretilen ve insan vücut hareketlerinin gelişimine, eklem stabilitesine ve postürün desteklenmesine yardımcı olan kuvvet, eklem tork üretiminden sorumludur (Hamill ve Knutzen, 2009). Bu yüzden iskelet kasının kapasitesi organizmanın düzenli işlevselliğinin bir gereğidir (Anderson vd., 2007) ve kas kuvveti ölçümleri günlük yaşamın, spor ve ya atletik performansın izlenmesi için kullanılmaktadır (Dwyer ve Davis, 2008). İskelet kasında meydana gelen maksimal kuvvet ölçümü dinamometre, tensiyometre, maksimal bir tekrar ve bilgisayar tabanlı cihazlar kullanılarak izometrik, izotonik ve izokinetik yöntemler ile ölçülmektedir. Gerçekleştirilen bu kuvvet ölçüm yöntemleri içinde yer alan izokinetik dinamometreler, her ne kadar dezavantajları olsa da rehabilitasyon, tıp ve egzersiz biliminde kullanılmakta ve her geçen gün popülaritesini arttırmaktadır (Baroni vd., 2013).

İzokinetik cihazlar bir kas grubunun dairesel hareket ile kasılmasıyla üretilen kuvvet momentini ve ya torku ölçmek amacıyla ilk olarak 1960'lı yılların sonlarına doğru geliştirilmiştir. İzokinetik dinamometre, tensiyometrelerin ve ya diğer

dinamometrelerin aksine kas kasılmasının dinamik nitelikleri hakkında daha önce ulaşılamayan üst düzey bilgilere ulaşmak konusunda benzersizdir. Bu imkanı, uygulama esnasında deneklerin tüm hareket açıklığı boyunca maksimum kasılma gerçekleştirmelerini sağlayarak belirli bir açısal hız ve uyumlu direnç ile dinamik bir egzersizin gerçekleştirilmesine izin vermesine borçludur (Brown, 2000). İzokinetik ölçüm yöntemleri, alt/üst ekstremita kas gruplarının birbirinden bağımsız olarak potansiyellerini ortaya koyulması, sakatlık sebebi ile gerçekleştirilen rehabilitasyon sürecinin planlanması ve/veya sakatlık sonrası ortaya çıkan fonksiyonel kayıpların belirlenmesi, kas enduransının değerlendirilmesi, dominant ve nondominant taraflar ile agonis/antagonist kas grupları arasındaki benzerlik/dengesizliklerin belirlenmesi ve başta ACL (anterior cruciate ligament) olmak üzere eklem çevresi ligamentlerin sakatlık sonrası rehabilitasyon süreçlerinin optimal verim ile düzenlenmesi gibi bir çok amaç ile kullanılmaktadır (Neete vd., 2006).

Öte yandan izokinetik dinamometreler, bilgisayar tabanlı ve tek eklemlilik kas kuvveti değerlendirmelerinde tıp, rehabilitasyon ve egzersiz bilimciler tarafından klinik ortamlarda oldukça sık kullanılan geçerli ve güvenilir ölçüm araçlarıdır (Fischer vd., 2017; Hamilton vd., 2008; Hegedus vd., 2015; Logerstedt vd., 2012; Reid vd., 2007). Ancak ölçüm çıktıları göz önüne alındığında benzersiz parametreler ortaya koyuyor olsa da her ölçüm aracı gibi bir takım dezavantajları da mevcuttur. Örneğin kullanılabilirliği göz önüne alındığında maliyetlidir ve hem kullanılmasında hem de ölçüm çıktılarının yorumlanıp değerlendirilmesinde uzmanlık ister. Ek olarak işlevselliği açısından bakıldığında, test parametrelerinin tek eklem özelinde sınırlı kalması ve test süresince hareketin sabit bir hızla yapılmasından dolayı günlük yaşam, spor ve atletik performans sırasında oluşan kuvvet değerlerini reel olarak temsil edemiyor olması da dezavantajlarından bazılarıdır (Andrade vd., 2002). Bu yüzden gerek alt ve gerekse de üst ekstremita ile ilgili olarak kuvvet ölçümlerinde oldukça kullanışlı ve ekonomik olduğu bilinen fonksiyonel performans testlerinin kullanılması araştırmacılar için çok önemlidir (Clark, 2001).

Fonksiyonel performans testleri (FPT), genellikle kuvvet (Hartigen vd., 2012; Holsgaard-Larsen vd., 2014; Ko vd., 2012; Myer vd., 2009), tek uzuvlu hoplama (Barber vd., 1990; Bourke vd., 2012; Brophy vd., 2012; Eastlack vd., 1999) ve sıçrayarak iniş ve/veya koşmaya dayalı testlerin kombinasyonlarını içerir. Uygulanabilirliklerindeki kolaylık, ihtiyaç duyulan alan, zaman ve malzemeye kolay erişilebilirliği FPT'leri popüler test yöntemleri haline getirmiştir (Clark, 2001;

Hamilton vd., 2008) . Spor bilimciler, fizyoterapistler ve klinisyenler için yapılması gereken en zor görevlerden biri sporcuların dinamik kas kuvveti kapasitesinin ortaya koyulması ve ya sakatlık geçiren sporcuların spora dönüş sürelerinin ne zaman olduğunu belirlemektir. Bu zorluğun üstesinden gelmek adına FPT'lerin ölçüm çıktılarının sunduğu kolaylık ve etkinlik benzersizdir ve bu özelliği FPT'lerin tercih edilme sebebini açıklamaktadır (Ryan vd., 2019). Öte yandan FPT'ler hareket kalıplarını gerçekleştirmek adına birden fazla vücut bölgesinin ve sistemin entegrasyonunu gerektirdiğinden geleneksel ölçüm yöntemlerine göre oldukça avantajlıdır. Ayrıca spor popülasyonunun antrenman sırasında akış gereği gerçekleştirdiği hareket paternlerini gözlemleyerek eş zamanlı değerlendirme fırsatı da sunmaktadır (Barber vd., 1990; Bourke vd., 2012).

Literatürde FPT'ler genellikle tek uzuvlu sıçrama testleri gibi oldukça popüler yöntemlerin işe koşulması şeklinde kullanılmaktadır. Tek uzuvlu sıçrama testlerinin araştırmacıya bir uzuv simetri indeksi (Limb Symmetry Index) (USİ) sağlar ve elde edilen bu bilgi ile eşli uzuv simetrilerini karşılaştırarak değerlendirmeye yardımcı olur (Ostenberg, 1998; Robinson ve Nee, 2007). Zira USİ araştırmacılara deneklerinden aldıkları çıktıları norm değerler ve ya kontrol grupları ile karşılaştırmalarına imkan olmadığı durumlarda deneklerin uzuv simetrileri ile karşılaştırabilme imkanı sağlamasına olanak tanır. Bilim insanları ister alt ister üst ekstremiteler için kullandıkları FPT'lerde USİ oranlarının %85'in altında seyretmesi halinde sakatlık riskinin artmış olduğunu savunmaktadır (Barber vd., 1990; Hopper vd., 2008). Bu yüzden literatürde spora dönüş ve ya sakatlık ihtimallerinin önceden belirlenmesi ile ilgili bir çok yöntem kullanılsa da, konu ayak bileği (Arnold vd., 2009; Docherty vd., 2005) ve ya diz yaralanmalarına (Aminaka ve Grippie, 2008; Gustavsson vd. 2006; Herrington vd., 2009; Hwett vd., 2006) geldiğinde tek uzuv asimetrilerinin belirlenmesi olanağı sunuyor olması sebebiyle FPT'lerin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Öte yandan FPT'lerin alt ve üst ekstremitelerinde farklı form ve türleri bulunmaktadır. Alt ekstremitelerine bakıldığında en çok tercih edilen ve yaygın olarak kullanılan tek bacak sıçrama testleri; “Tek Adım Atlama (TAA)(single leg hop for distance), Üç Adım Atlama (ÜAA)(Triple hop for distance), Çapraz Atlama (ÇA)(crossover hop for distance), Medial Tarafa Üç Adım Atlama (MTÜA)(medial side triple hop for distance), Medial Rotasyon Atlama (MRA)(medial rotation hop for distance) ve çift ekstremiteler ile uygulanan Dikey Sıçrama (DS)” testleridir (Dingenen, 2019; Itoh vd., 1998; Hoper vd., 2008). Bahsi geçen bu testler literatürde FPT'lerin

gücü ve simetri/asimetri tespiti açısından güvenilir (Booker vd., 1993; Hamilton vd., 2008; Ross vd., 2002). Ayrıca bu test çıktılarının kendi aralarında karşılaştırıldığında yüksek düzeyde korelasyon gösterdikleri tespit edilmiştir (Ross vd., 2002). Üst ekstremité özelinde bakıldığında ise; ‘‘Sağlık Topu Fırlatma Testi (STF), Modifiye Şınav Testi (MŞT), Bükülü Kol Asılı Kalma (BKA) ve Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremité Stabilizasyon Testi (KST)’’testleri üst ekstremité kuvvetini ölçmek, tek uzuvlu yapılmaları halinde uzuv simetri indeksleri tespit etmek ve izokinetik dinamometreler ile yapılan ölçüm sonuçları ile ilişkilendirmek amacıyla literatürde yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir (Baltacı vd., 2006; Goldbeck ve Davies, 2000; Sharrock vd., 2011).

Hentbol, yaralanma indeksi yüksek ve içeriğinde çok sayıda kısa süreli ve yüksek yoğunluklu beceriler barındıran olimpik bir spor branşıdır (Vila vd., 2022; Wagner vd., 2014). Dinamik yapısı sayesinde hentbolcuların maksimum performans göstermek adına kuvvet ve denge başta olmak üzere hız, güç ve dayanıklılık gibi bir çok motorik ve kondisyonel becerinin kombinasyonları ile karakterizedir (Hatzimanouil ve Oxizoglou, 2004; Zapartidis vd., 2011). Dolayısıyla literatürde hentbol branşı özelinde kuvvet (Bayios vd., 2001; Bragazzi vd., 2020; Fleck vd., 1992; Gonzales-Rave vd., 2014; Raeder vd., 2015; Xaverova vd., 2015) ve denge (Barrera-Dominguez vd., 2021; Daneshjoo vd., 2022; Gioftsidou vd., 2022; Karadenizli, 2016; Qorgeirsson, 2022) temelli birçok çalışma mevcuttur. Hentbolcular üzerinde yapılan kuvvet temelli çalışmalarında alt ve ya üst ekstremité kas kuvveti, kuvvet gelişimi ve kapasitesinin, izokinetik diz/omuz tepe tork değerlerinin belirlenmesi ve bu çıktıları sıçrama, hızlanma, çeviklik, çabukluk, şut hızı ve isabeti gibi parametreler ile aralarındaki ilişkiyi ortaya koymak adına gerçekleştirildiği görülmektedir (Bragazzi, 2020; Çetin ve Balcı, 2015; Fleck vd., 1992; Zapartidis vd., 2007). Ayrıca yapılan izokinetik testler sonucunda omuz/diz tepe tork değerleri ile bilateralde agonist/antagonist kasların, kontralateralde her iki yöndeki eş kas grupları arasındaki simetri/asimetri oranlarını ortaya koyarak sakatlık sonrası spora dönüş sürelerinin belirlenmesi ve ya olası sakatlık ihtimallerinin tespit edilmesi amacı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Achenbach vd., 2020; Adouard vd., 2013; Forthomme vd., 2018; Risberg vd., 2018). Öte yandan izokinetik dinamometrelerine ulaşım imkanının olmadığı durumlarda FPT’ler ile elde edilen ekstremité dengesizliklerinin izokinetik ölçüm sonuçlarını yordamak adına ilişki analizinin yapıldığı çalışmalar da mevcuttur (Andrade vd., 2014; Raeder vd., 2015).

Deneklerin hentbolcu olduğu denge temelli araştırmalar incelendiğinde ise literatür genel olarak; hentbolcuların statik ve dinamik değerlerini karşılaştırma (Karadenizli, 2014; Özkamçı vd., 2021), farklı antrenman yapılarının hentbolcularda denge performansı üzerindeki etkisinin belirlenmesi (Caballero vd., 2020; Daneshjoo vd., 2022; Karadenizli vd., 2016; Puzi ve Choo, 2021; Tsukagoshi vd., 2011), denge değerlerindeki ekstremite asimetritlerinin hentbol ve diğer spor branşları ile karşılaştırılması (Steffen vd., 2017; Tabrizi vd., 2013) ve hentbolcularda denge değerlerinin izokinetik kuvvet, hız, çeviklik, çabukluk, şut hızı ve isabeti gibi parametreler ile karşılaştırılması (Andrade vd., 2016; Bauer vd., 2020; Holm vd., 2004; Nunes vd., 2018; Zech vd., 2012) amacıyla yapılan araştırmalar özelinde yoğunlaşmaktadır. Yapılan bu ve benzer çalışmalarda araştırmacılar denge performansın belirlemek üzere birçok yöntem kullanmışlardır. Bu yöntemlerin başında bilgisayar temelli statik/dinamik izokinetik denge testleri ve YDT gelmektedir. İzokinetik denge ölçüm cihazları, deneklerin denge performansını havalı pistonlu servo motorlu yapısı sayesinde her yöne 15°'lik çalışma açısıyla objektif ölçüm yapmakta ve sonuçların anlık takip edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Daneshjoo vd., 2022; Gioftsidov vd., 2012; Wilczynski vd., 2022). Elde edilen veriler deneklerin statik ve dinamik denge performansları hakkında değerlendirme ve diğer denge ölçüm yöntemlerinin çıktıları ile karşılaştırma yapmak konusunda oldukça önemlidir. Y denge testi ise; genellikle ACL rekonstrüksiyonu yaşayan sporcu popölasyonunun mevcut kuvvet dengesinin belirlenmesi ve spora dönüş durumları hakkında değerlendirme yapmak amacıyla kullanılmakla birlikte dominant ve nondominant taraflar arasındaki simetri/asimetri oranlarının belirlenmesi yoluyla olası sakatlık ihtimallerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda Y denge testinin üst ekstremite için geliştirilmiş versiyonu da bulunmakta olup alt ekstremite ile ilgili ortaya koyulan amaçlara paralel olarak üst ekstremite özelinde de çalışmaların olduğu görölmekte ve Y denge testi puanlarının spora dönüş kriterleri arasında olmasının yanı sıra nöromüsküler antrenman sonuçlarının bir göstergesi olarak da kabul görmektedir (Alfuth vd., 2023; Atalay vd., 2018; Bauer vd., 2020; Keller ve Kurz, 2018).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Deneysel Dizayn

Çalışma randomize tekrarlı ölçümlerle çapraz deney dizaynına göre yapıldı. Bu dizayn ile elit hentbolcularda alt ekstremitte (Diz) kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan FPT testlerinden Tek Adım Atlama (TAA), Üç Adım Atlama (ÜAA), Çapraz Atlama (ÇA), Medial Tarafa Üç Adım Atlama (MTÜA), Medial Rotasyon Atlama (MRA) testlerinin yanı sıra izokinetik dinamometre vasıtasıyla gerçekleştirilen ekstansiyon (Eks) ve fleksiyon (Flek) fazda diz kuvvet değerleri arasındaki ilişkinin ve üst ekstremitte (Omuz) kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan FPT testlerinden Sağlık Topu Fırlatma (STF), Modifiye Şınav Testi (MŞT) Bükülü Kol Asılı Kalma (BKA), Kapalı Kinetik Zincir Stabilizasyon (KST) testleri ile izokinetik dinamometre ile yapılan Omuz İnternal Rotasyon (İR) ve Eksternal Rotasyon (ER) kuvvetleri arasındaki ilişki incelendi. Katılımcılar laboratuvara zaman aralıklarının 24 saat olduğu 8 ziyaret gerçekleştirdiler. İlk ziyaretlerinde katılımcılara testlerin uygulama kriterleri ile ilgili bilgilendirme yapılarak, çalışmada uygulanacak FPT'ler ve izokinetik kuvvet testleri ile ilgili pilot uygulama gösterildi. Ayrıca katılımcıların boy, kilo ve VKİ ölçümleri alındı. Sonraki ziyaretlerinde ise deneklere randomize olacak şekilde 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda izokinetik diz Eks ve Flek, omuz İR ve ER kuvvet ölçümlerinin yanı sıra alt ve üst ekstremitte FPT'ler uygulandı. Deneklerin, laboratuvarı 24 saatlik tam dinlenme aralıkları ile ziyaret etmeleri ve testlerden önce alt ve üst ekstremitteye yönelik genel ısınma yapmaları sağlandı. Denekler uygulama süresince egzersiz yapmamaları konusunda uyarıldı ve ölçümlerin tamamı aynı saatlerde yapıldı (14:00-16:00).

3.2. Katılımcılar

Araştırmaya 18-29 yaşlarında Türkiye Süper Liginde ve 1. Liginde oynayan, en az 6 en çok 18 yıldır aktif spor yapan ve antrenmanlara düzenli şekilde devam eden 22 erkek (VKİ 24,07, kilo 80,82 kg, boy 182,91 cm, yaş 20,68 yıl ve antrenman yaşı 10,32 yıl) sporcu gönüllü olarak katıldı. Diz ve omuz bölgesinde ciddi sakatlık öyküsü bulunan bireyler çalışmaya dâhil edilmedi.

Tablo 3.1. Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri (n=22)

Değişken	Ortalama	Ss	Min	Maks
Yaş (yıl)	20,68	2,87	18	29
Boy (cm)	182,91	6,46	171	204
Kilo (kg)	80,82	12,24	63	105
VKİ (kg/m ²)	24,07	2,76	20,68	31,70
Ant Yaş (yıl)	10,32	2,53	6	18

Ss: Standart Sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum

3.3. Prosedürler

3.3.1. İzokinetik Kuvvet Ölçümleri

Araştırmada deneklerin izokinetik omuz (İR-ER) ve diz (Eks-Flek) kuvvetlerini belirlemek için bilgisayar destekli izokinetik dinamometre (Humac Norm Testing and Rehabilitation System, CSMI, USA) kullanıldı.



Şekil.3.1. İzokinetik Dinamometre (Humac Norm, CSMI, USA)

İzokinetik omuz kuvvetinin belirlenmesi için; katılımcılara genel ısınma protokolü (Mascarin vd, 2017). uygulanırken izokinetik dinamometre omuz İR ve ER fazları için CSIM (2003) tarafından belirlenmiş protokole uygun olarak ayarlandı. Protokole göre dinamometre sandalyesinin sırt açısı 0° (yatay) ve Glenohumeral eklem 90° abduksiyondayken dirsek, dirsek sabitleyici bağlantı noktası içerisine omuz eklemi ile dirsek eklemi (humerus'un longitudinal eksen) ve dinamometre kolunun rotasyon eksenini aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlandı. Denekler stabilizasyon için göğüs ve pelvis üzerinden kemerler yardımıyla bağlandı. Dinamometrenin omuz adaptörünün distal ucu dirsek 90° fleksiyonda, el bileği nötral ve parmaklar fleksiyondayken tam kavranacak şekilde tutturuldu. Ölçümlere hata karışmaması için

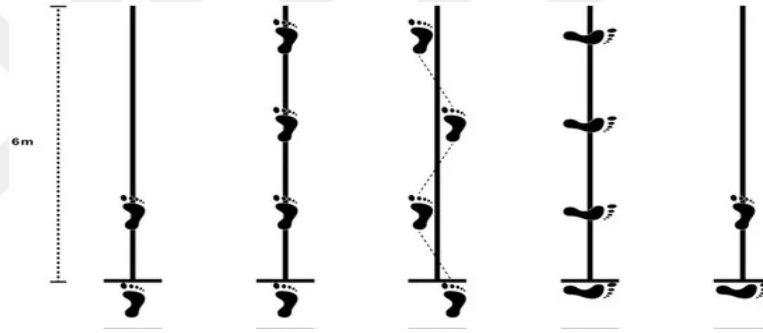
ölçüm öncesinde deneğin kolu horizontal pozisyona alınarak kolun serbest halde ürettiği tork değeri tespit edilmiş ve yerçekimi etkisi elimine edilmiştir. (Davies vd., 2018). Ölçümlere başlamadan önce doğru sonuçlara ulaşabilmek için denekler omuz kuvvetlerini maksimal düzeyde uygulamaları konusunda uyarıldı. Deneklere uygulanan omuz İR ve ER fazlarındaki ölçümler izokinetik test yönteminde sabitlenmiş ve sırayla 60°/sn (4 deneme tekrarı, 15 sn dinlenme ve 5 ana test tekrarı), 180°/sn (4 deneme tekrarı, 15 sn dinlenme ve 5 ana test tekrarı) ve 240°/sn (4 deneme tekrarı, 15 sn dinlenme ve 15 ana test tekrarı) açısal hızlardaki Con/Con kasılmalarla uygulandı. Deneklerin her bir açısal hız değişikliğinde 90 saniye pasif olarak dinlenmeleri sağlandı. Gerçekleştirilen testler sırasında katılımcılar üst düzey peak torque (PT) değerlerine ulaşmak adına sözel olarak cesaretlendirildi. Test sonuçlarında ortaya çıkan PT parametreleri Newton metre (Nm) olarak kayıt altına alındı.

İzokinetik diz kuvvetinin belirlenmesi için; katılımcılara genel ısınma yaptırılmış ve izokinetik dinamometre diz Eks ve Flek fazları için belirlenmiş sabit protokole uygun olarak ayarlandı (CSIM, 2003). Protokole göre, katılımcıların diz ekleminin hareketlilik açısı (ROM) 0-90° pozisyonuna gelmesi sağlanırken sandalyenin sırt açısı 85° olarak şekilde ayarlandı. Denek oturtulduktan sonra bel bölgesine destek amaçlı lomber yastık koyuldu. Deneğin diz ekleminin rotasyon eksenini (lateral femoral kondil) ile dinamometre kolunun rotasyon eksenini aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlandı. Dinamometrenin diz adaptörünün sabitleyici alt ataçmanı ölçüm yapılacak ekstremitede ayağın dorsal yüzünün yaklaşık 3cm proksimaline gelecek şekilde yerleştirildi. Kemerler, Q kasının ve gövdenin sabitlenmesi amacıyla diğer diz ekleminin, pelvisin ve göğüsün üzerinden bağlandı. Kontralateral ekstremitenin stabilizasyonu için ayak bileği dinamometrenin alt kısmında yer alan sabitleyiciye yerleştirildi. Ölçümlere başlamadan hemen önce deneklerin diz eklemleri 90° Eks'da serbest haldeyken bacağın ürettiği tork değeri belirlenerek yer çekimi kuvveti elimine edildi. Denekler ölçüm sonuçlarının maksimal değerinde gerçekleşmesi için performans sırasında cesaretlendirildi. Deneklerin diz Eks ve Flek ölçümleri 60°/sn (4 deneme tekrarı, 15 sn dinlenme ve 5 ana test tekrarı), 180°/sn (4 deneme tekrarı, 15 sn dinlenme ve 5 ana test tekrarı) ve 240°/sn (4 deneme tekrarı, 15 sn dinlenme ve 15 ana test tekrarı) açısal hızlardaki Con/Con kasılmalarla uygulandı. Deneklerin her bir açısal hız değişikliğinde 90 saniye pasif olarak dinlenmeleri

sağlandı. Test sonuçlarında ortaya çıkan PT parametreleri Newton metre (Nm) olarak kayıt altına alındı.

3.3.2. Fonksiyonel Performans Testleri

Alt ekstremitte fonksiyonel performans testleri, düz bir zemine çekilmiş 0,3 cm genişliğinde başlangıç şeridi ile bunun tam ortasından dikine uzanan 15 cm genişliğinde ve 6m. uzunluğundaki bir şerit üzerinde uygulandı. Ana testlere geçmeden önce deneklere tüm testler için üç tekrarlı denemeler uygulatıldı. Ardından her bir test için katılımcılar üç tekrarlı ana teste tabi tutuldu ve deneklerin en iyi sıçrama mesafeleri kaydedildi. Testlerde katılımcıların tek bacaklarının üzerindeki dengeli inişlerinin ardından bu konumda 3sn. kalmaları başarı kriteri olarak belirlendi. Bu kriterin sağlanamadığı uygulamalar tekrarlandı. Test esnasında deneklerin kol hareketleri serbest bırakıldı (Munro ve Herrington, 2011; Peebles vd., 2019).



Şekil 3.2. Alt FPT'lerin uygulama formları

Tek Adım Atlama Testi (Single Hop For Distance)(TAA): TAA testinde, denekler başlangıç başlangıç çizgisinin ortasında tek ayak üzerinde dururken, hazır olduğunda dikey çizgi boyunca aynı bacağın üzerine düşecek şekilde sıçradı. Başarı kriterini sağlayan tekrarlarda deneğin topuk hizası ile başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçülerek cm cinsinden kaydedildi (Munro ve Herrington, 2011).

Üç Adım Atlama Testi (Triple Hop For Distance) (ÜAA): ÜAA testinde, denekler başlangıç çizgisinin ortasında tek ayak üzerinde dururken, hazır olduğunda dikey çizgi boyunca aynı bacağın üzerine düşecek şekilde ve üst üste olmak üzere 3 defa mümkün olan en uzağa gidecek şekilde sıçradı. Başarılı denemelerde deneklerin topuk hizası ile başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçülerek cm cinsinden kaydedildi (Munro ve Herrington, 2011).

Çapraz Sıçrama Testi (Crossover Hop For Distance)(ÇA): ÇA testinde, denekler başlangıç çizgisinin ortasında tek ayak üzerinde dururken, hazır olduklarında ilk sıçrama yapılan ayağın tersinde çaprazlama yaparak sırasıyla inilen yönlere yanal olarak 3 sıçrama gerçekleştirdi. Başarılı sıçrayışlarda deneklerin topuk hizası ile başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçülerek cm cinsinden kaydedildi (Peebles vd., 2019).

Medial Tarafa Üç Adım Atlama Testi (MTÜA): MTÜA testinde denekler başlangıç çizgisinin ortasında tek ayak üzerinde ve ayaklarının medial kısmı başlangıç çizgisi sınırında olacak şekilde dururken, deneklerden tek ayak üzerinde medial yönde art arda mümkün olan en iyi 3 sıçrama yapmaları istendi. Başarı kriteri sağlanan tekrarlar da denneğin topuk hizası ile başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçülerek cm cinsinden kaydedildi (Dingenen, 2019).

Medial Rotasyon Atlama Testi (MRA): MRA testinde denekler, başlangıç çizgisinin ortasında tek ayak üzerinde ve ayaklarının medial kısmı başlangıç çizgisi sınırında olacak şekilde dururken, deneklerden mümkün olan en iyi şekilde dik açılı medial rotasyon yaparak tek ayak üzerinde medial yönde sıçrama yapmaları istendi. Başarılı tekrarlar da denneğin topuk hizası ile başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçüldü ve cm cinsinden kaydedildi (Dingenen, 2019).

Sağlık Topu Fırlatma Testi (STF): Üst ekstremité FPT'lerden STF testinde denekler, başlangıç noktasının ortasında her iki ayakları yerle temas halinde bekletildi. Ayak parmak ucu referans noktası olacak şekilde vücut dik pozisyonundayken, deneklerden 3kg'lık sağlık topunu baş üzerinde kollar dirseklerden gergin olacak şekilde tutmaları ve hazır olduklarında topu geri salınım yaptırdıktan sonra patlayıcı şekilde mümkün olan en uzak mesafeye atmaları istendi. 3 deneme tekrarından sonra 3 ana test uygulandı. Başarılı tekrarlar da topun ilk düştüğü yer ile denneğin ayak parmak ucu arasındaki mesafe cm cinsinden ölçüldü ve en iyi skor kaydedildi (Sharrock vd., 2011).

Modifiye Şınav Testi (MŞT): MŞT testinde denekler, bir mat üzerinde dizler ve dirsekler 90° fleksiyon pozisyonundayken, eller omuz seviyesinde gövdenin yanında olacak şekilde ve dirsekler ekstansiyon-fleksiyona izin verecek şekilde pozisyonlandırıldı. Deneklerden dirsekleri tam ekstansiyona ve 90° fleksiyona art arda gelecek şekilde 30 saniye içerisinde mümkün olan en çok sayıda şınav çekmeleri istendi. Belirtilen süre boyunca yapılan başarılı tekrarlar sayılarak kaydedildi (Baumgartner vd., 2002).

Bükülü Kol Asılı Kalma Testi (BKA): BKA testinde denekler, 2,5 cm çapında barı önden kavramış, dirsekleri 90°fleksiyonda, bar seviyesi deneğin çene hizasında olacak şekilde ve ayaklarının altında basamak olacak şekilde bekletildi. Denekler hazır olduklarında ayaklarının altındaki basamak alınarak kronometre başlatıldı ve deneklerden mevcut pozisyonda mümkün olan en uzun süre kalmaları istendi. Test, deneğin göz seviyesinin barın altına inmesiyle sonlandırıldı ve deneğin ilk pozisyonda kalma süresi sn cinsinden kaydedildi (Baltacı vd., 2006).

Kapalı Kinetik Zincir Stabilizasyon Testi (KST): KST testinde denekler, 30cm aralıklarla çizilmiş iki çizginin önünde modifiye push up pozisyonundayken ve deneğin elleri kendisine yakın çizginin üzerindeyken bekletildi. Deneklerden, dirsekleri tam ekstansiyon pozisyonlarını bozmadan elleri ile bir çizgiden diğer çizgiye 15sn içerisinde mümkün olan en fazla sıçrama hareketi yapmaları istendi. Belirtilen süre içerisinde deneklerin elleri ile başarılı şekilde yaptıkları çizgiler arası sıçrama sayıları kaydedildi (Goldbeck ve Davies, 2000).

3.3.3. Statik ve Dinamik Denge Ölçümleri

Deneklerin izokinetik statik ve dinamik denge ölçümleri CSMI marka TeknoBody Prokin izokinetik denge ölçüm cihazı ile gerçekleştirildi. Sistem, havalı pistonlu selvo motorlarla çalışan hareketli denge platformu sayesinde bütün yönlere 15 derecelik çalışma açısıyla ölçüm yapabilmekte ve bilgisayar desteği ile objektif veriler sunabilmektedir. Ölçümler esnasında deneklerin çıplak ayak olmaları ve ölçümlerin hemen öncesinde 5'er dakikalık genel ısınma ve esnetme egzersizleri yapmaları sağlandı. Güvenilir sonuçlar elde etmek için her bir ölçüm 3 kez tekrarlandı ve en iyi skor kaydedildi. Ölçüm sonuçlarına yorgunluk sebebi ile hata karışmasını engellemek için denekler aynı ölçüm aralıklarında 10'ar saniye farklı ölçümler arasında ise 1'er dakika dinlendirildi.

Statik denge ölçümleri önce sağ, sonra sol ve en son bipedal olacak şekilde uygulandı. Tek ayak statik denge ölçümlerinde deneklerin ayakları denge platformundaki x ve y ekseninde yer alan referans çizgilerine göre tam orjine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm sırasında deneklerden kontralateral bacaklarını dizden 60°-90° fleksiyonda olacak şekilde stabilize etmeleri istendi. Çift ayak statik denge ölçümlerinde ise deneklerin her iki ayaklarının da denge platformunda yer alan orjin noktasına eşit uzaklıkta olacak şekilde konumlandırmaları sağlandı. Statik denge ölçümü esnasında denekler elleri ile platformun herhangi bir noktasına temas etmemeleri konusunda uyarıldı ve aksi halde ölçüm tekrarlandı. Denekler ölçüme hazır

olduklarında ölçüm başlatıldı. Statik denge ölçümü esnasında deneklerden, dengelerini 30 saniye boyunca sistem monitöründe yer alan ve denge platformu ile entegre hareket eden eşmerkezli halkayı (denge alanı) optimal düzeyde orjin noktasına yakın tutarak korumaları istendi. Ölçüm bilgisayar tarafından otomatik olarak sonlandırıldı. Ölçüm sonuçlarından elde edilen; X Eksenine Yapılan Ortalama Basınç (COPX), Y Eksenine Yapılan Ortalama Basınç (COPY), Öne-Geriye Salınım Sapması (FBSD), Sağa-Sola Salınım Sapması (MLSD), Ortalama İleri-Geri Hız (AFBS), Ortalama Sağa-Sola Hız (AMLS), Kullanılan Alan (EA) ve Kullanılan Çevre (P) verileri istatistik yapılmak üzere kaydedildi.

Dinamik denge ölçümleri, denge platformunun havalı piston ayarı belirlenen zorluk derecesinde ayarlandıktan sonra önce sağ, sonra sol ve en son bipedal olacak şekilde uygulandı. Tek bacak dinamik denge ölçümlerinde deneklerin ayakları denge platformundaki x ve y ekseninde yer alan referans çizgilerine göre tam orjine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm sırasında deneklerden kontralateral bacaklarını dizden 60°-90° fleksiyonda olacak şekilde stabilize etmeleri istendi. Çift ayak dinamik denge ölçümlerinde ise deneklerin her iki ayaklarının da denge platformunda yer alan orjin noktasına eşit uzaklıkta olacak şekilde konumlandırmaları sağlandı. Ölçüm esnasında deneklerin elleri ile platformda yer alan tutamaklardan tutmaları sağlandı. Denekler ölçüme hazır olduklarında ölçüm başlatıldı. Dinamik denge ölçümü esnasında deneklerden 60 saniye içerisinde sistem monitöründe yer alan ve denge platformu ile entegre hareket eden eşmerkezli halkayı (denge alanı) -mümkün olan en kısa sürede- ayaklarının altında yer alan platformda yaptıkları dairesel formlardaki hareketleri sayesinde sistem tarafından otomatik olarak belirlenen kırmızı ve mavi renklerde çizilmiş iki çember arasında hareket ettirmeleri istendi. Denekler eşmerkezli halkayı sağ ve çift ayakta saat yönünde sol ayakta ise saat yönünün tersi istikametinde 5 tur çevirerek ölçümü tamamladı. Ölçüm sonuçlarından elde edilen; Ortalama Takip Hatası (ATE), Ortalama Takip Hata Süresi (ATES), Ortalama Kuvvet Varyansı (AFV), Stabilité Index (SI), Gövdenin Toplam Salınım Sapması (TTSD), Gövdenin Öne-Arkaya Salınım Sapması (TBFSD), Gövdenin Ortaya Yana Salınım Sapması (TMLSD) verileri istatistik yapılmak üzere kaydedildi.

Deneklerin dinamik denge becerilerinin ölçülmesi için Y Denge Testi (YDT) kullanıldı. YDT katılımcıların atletik performansını, alt ekstremité asimetri indekslerini ve sakatlık ihtimallerini ortaya koyan, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Plisky vd. (2009) tarafından gerçekleştirilmiş dinamik bir denge testidir. Bu test için

düz zemine anterior (ANT)-posterior (PT) yönler arasındaki açı 135° ve posteromedial (PM)-posterolateral (PL) yön arasındaki açı 90° olacak şekilde üç adet mezüre yerleştirildi. Deneklere test protokolü ile ilgili bilgi verildi ve bacak uzunluğu ölçülerek cm cinsinden kaydedildi. Deneklere genel ısınma protokolü uygulandıktan sonra 6 deneme tekrarı yaptırıldı ve ana teste geçildi. Deneklerden yere çekilmiş mezurelerin birleşim noktasında belirtilen destek çizgisine önce sağ sonra sol ayaklarını yerleştirmeleri ve elleri bellerinde olacak şekilde beklemeleri, hazır olduklarında önce sol sonra sol ayak ucu ile sırasıyla antreior, posteromedial ve posterolateral ve yönlere 3'er başarılı dokunuş gerçekleştirmeleri istendi. Her uygulamada uzanılan mesafeler cm cinsinden kaydedildi. Deneklerin tek taraflı duruşunu sürdüremediği, elleri ile zemine dokunduğu, platform üzerinden ayrıldığı ya da uzandığı ayağı ile yerden destek aldığı durumlardaki tekrarlar geçerli sayılmadı ve o uygulama en baştan tekrar ettirildi. Her yön için yapılan 3'er uzanma mesafesinin ortalaması alınarak o yönün uzanma mesafesi elde edildi (Plisky vd.,2009). Deneklerin YDT skorları ANT, PM ve PL yönleri için elde edilen en iyi uzanma mesafeleri ile ekstremité uzunluğu verileri kullanılarak elde edildi (Robinson ve Gribble, 2008). Deneklerin bacak uzunluklarının avantajını elimine etmek amacıyla her bir uzanma yönü için “(En İyi Uzanma Mesafesi/Bacak Uzunluğu)*100) = % en çok uzanma mesafesi” formülü, testin tamamından el edilen YDT kompozit skoru belirlemek için “[(Anterior+Posteromedial+Posterolateral)/3*Alt Ekstremité Uzunluğu]*100” formülü kullanıldı.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistik analizinde SPSS 22.0 paket programı kullanıldı. Elde edilen dataların normalliği Shapiro Wilk testi ile sınıandı, varyans homojenlik testleri ise Levene testi ile incelendi. Verilerin normal dağılım sergilediği ve varyansların homojen olduğu tespit edildiği için istatistiksel analizde parametrik yöntemler kullanıldı. Değişken sayısı iki olan karşılaştırmalarda Independent Samples T- Test, Değişken sayısı üç olan karşılaştırmalarda ise One Way ANOVA testi kullanıldı. Çoklu gruplarda anlamlılık söz konusu olduğunda hangi değişkenler arasındaki farkın anlamlı olduğunu tespit etmek için Tukey HSD kullanıldı (Tukey HSD veriler homojen olduğu için tercih edildi). Değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Pearson Korelasyon testi kullanıldı. Doğrusal Regresyon analizi En Küçük Kareler yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi ve bağımlı-bağımsız değişken/değişkenlere ait

denklemler oluşturularak alt ve üst FPT'ler ile diz (Eks-Flek) ve omuz (İR-ER) izokinetik kuvvetlerinin hangisi ya da hangilerinin yordandığı incelendi.



4. BULGULAR

Bu kısımda verilerin analizi sonrasında ortaya çıkan sonuçlara yer verilmiştir.

Tablo 4.1. İzokinetik Omuz kuvvetlerinin DT-NDT taraflara göre karşılaştırılması

Değişken	DT	NDT	%95 CI		t	p
	Ortalama+Ss	Ortalama+Ss	LB	UB		
60°/sn İR (Nm)	52,27 ± 14,17	48,27 ± 13,42	1,12	6,87	2,892	0,009**
180°/sn İR (Nm)	42,23 ± 11,52	39,50 ± 11,19	0,23	5,22	2,271	0,034*
240°/sn İR (Nm)	39,14 ± 11,17	35,36 ± 9,54	1,02	6,52	2,853	0,010*
60°/sn ER (Nm)	40,14 ± 11,40	35,50 ± 9,73	1,75	7,52	3,338	0,003**
180°/sn ER (Nm)	31,77 ± 8,80	29,14 ± 6,92	0,18	5,10	2,228	0,037*
240°/sn ER (Nm)	28,95 ± 8,52	26,82 ± 6,66	0,07	4,20	2,154	0,043*

*p<0,05; **p<0,01; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; İR: İnternal rotasyon; ER: Eksternal rotasyon; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır

İzokinetik omuz İR ve ER kuvvet değerlerinin DT-NDT taraflardaki karşılaştırılmalarına göre; İR fazdaki omuz kuvvet değerlerinin 60°/sn (t= 2,892; p=0,009), 180°/sn (t= 2,271; p=0,034) ve 240°/sn (t= 2,853; p=0,010), ER fazda da benzer şekilde 60°/sn (t= 3,338; p=0,003), 180°/sn (t= 2,228; p= 0,037) ve 240°/sn (t= 0,043; p=0,043) açısal hızlarda DT ve NDT taraflar arasında DT taraf lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0,05).

Tablo 4.2. İzokinetik Diz Kuvvetlerinin DT-NDT taraflara göre karşılaştırılması

Değişken	DT	NDT	%95 CI		t	p
	Ortalama+Ss	Ortalama+Ss	LB	UB		
60°/sn Eks (Nm)	237,95 ± 48,0	235,82 ± 41,62	-5,31	9,58	0,597	0,557
180°/sn Eks (Nm)	158,55 ± 36,04	153,32 ± 30,27	-1,65	12,10	1,581	0,129
240°/sn Eks (Nm)	131,14 ± 28,03	128,64 ± 24,58	-2,82	7,82	0,978	0,339
60°/sn Flek (Nm)	148,86 ± 38,47	146,64 ± 31,59	-5,87	10,32	0,572	0,574
180°/sn Flek (Nm)	108,27 ± 28,28	109,55 ± 25,56	-8,39	5,85	-0,372	0,714
240°/sn Flek (Nm)	95,23 ± 26,41	94,41 ± 24,86	-4,63	6,27	0,312	0,758

DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; Flek: fleksiyon; Eks: ekstansiyon; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma

Deneklerin diz kuvvetlerini belirlemek üzere yapılan Eks ve Flek diz kuvvet değerlerinin DT-NDT taraflardaki karşılaştırılmalarına göre; izokinetik diz kuvvet değerlerinin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızların Eks ve Flek fazlarında DT ve NDT taraflar arasında farklılıkların söz konusu olduğu, bu farklılıkların 180°/sn flek değeri hariç diğer değerlerde DT taraf lehine gerçekleştiği ancak bu farklılığın anlamlılık göstermediği belirlendi (p>0,05).

Tablo 4.3. Statik Denge değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması

Değişken	DT	NDT	%95 CI		t	p
	Ortalama+Ss	Ortalama+Ss	LB	UB		
COPX	0,14 ± 3,45	-1,09 ± 2,79	-0,87	3,32	2,220	0,236
COPY	-1,18 ± 2,77	-1,68 ± 2,50	-0,90	1,90	0,743	0,466
FBSD	7,00 ± 2,37	7,09 ± 2,27	-1,29	1,11	-0,158	0,876
MLSD	4,64 ± 1,33	4,91 ± 1,34	-0,96	0,41	-0,83	0,418
AFBS (mm/sn)	26,82 ± 8,52	26,82 ± 8,24	-3,04	3,04	0,000	1,000
AMLS (mm/sn)	22,09 ± 5,05	23,95 ± 6,22	-3,64	-0,09	-2,183	0,040*
EA(mm ²)	570,50 ± 324,18	573,32 ± 236,57	-121,64	180,00	0,402	0,691
P(mm)	1148,45 ± 283,09	1190,32 ± 300,40	-144,38	60,65	-0,849	0,405

* p<0,05; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: Üst sınır; Ss: standart sapma; COPX: x eksenine yapılan ortalama basınç; COPY: y eksenine yapılan ortalama basınç; FBSD: öne-arkaya salınım sapması; MLSD: sağa-sola salınım sapması; AFBS: ortalama öne-arkaya hız; AMLS: ortalama sağa-sola hız; EA: kullanılan alan; P: kullanılan çevre

Deneklerin statik denge değerleri DT ve NDT taraflara göre istatistiksel olarak karşılaştırıldıklarında; AMLS (mm/sn) değerinde (t=-2,183, p=0,040,) istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken (p<0,05), elde edilen diğer değerlerde DT ve NDT taraflar arasında anlamlı farklılığa rastlanılmadı (p>0,05).

Tablo 4.4. Dinamik Denge değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması

Değişken	DT	NDT	%95 CI		t	p
	Ortalama+Ss	Ortalama+Ss	LB	UB		
ATE	26,36 ± 7,45	30,59 ± 8,87	-6,32	-2,14	-4,201	0,000**
ATES	70,32 ± 9,03	71,91 ± 10,23	-5,63	2,45	-0,819	0,422
AFV	1,91 ± 1,34	0,95 ± 2,93	-0,42	2,35	1,442	0,164
SI	2,44 ± 2,49	1,15 ± 0,62	-0,09	2,49	2,244	0,036*
TTSD	22,76 ± 10,94	23,30 ± 10,33	-1,69	0,61	-0,971	0,343
TBFSD	2,53 ± 2,42	2,65 ± 2,44	-0,55	0,31	-0,589	0,562
TMLSD	23,35 ± 11,07	25,24 ± 9,04	-4,76	0,97	-1,376	0,183

*p<0,05; **p<0,01; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: Üst sınır; Ss: standart sapma; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFSD: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLSD: gövde ortaya-yana salınım sapması

Deneklerin dinamik denge değerleri DT ve NDT taraflara göre istatistiksel olarak karşılaştırıldıklarında; ATE (t=-4,201, p=0,000) ve SI değerlerinde (t=2,244, p= 0,036) istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0,05). Ancak diğer dinamik denge skorlarında DT ve NDT taraflar arasında gerçekleşen farklılığın anlamlılık sergilemediği tespit edildi (p>0,05).

Tablo 4.5. Y Denge değerlerinin DT-NDT taraflara göre karşılaştırılması

Değişken	DT	NDT	USİ(%)	%95 CI		t	p
	Ortalama+Ss	Ortalama+Ss		LB	UB		
ANT	82,86 ± 6,20	88,27 ± 7,80	93,87	-8,39	-2,43	-3,777	0,001*
PM	98,00 ± 10,12	99,73 ± 10,03	98,26	-4,92	1,46	-1,126	0,273
PL	96,14 ± 7,90	98,18 ± 6,47	97,92	-5,62	1,53	-1,191	0,247
Y Denge	89,20 ± 7,57	92,06 ± 8,15	89,28	-4,95	-0,70	-2,770	0,011*

*p<0,05; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma; ANT: anterior; PM: posteromedial; PL: posterolateral; Y Denge; Y denge kompozit skor; USİ: uzuv simetri indeksi

Deneklerin Y denge değerleri DT ve NDT taraflara göre istatistiksel olarak karşılaştırıldıklarında; ANT değerinde ($t=-3,777$; $p=0,001$) ve Y denge kompozit skorda ($t=-2,770$; $p=0,011$) NDT taraf lehine anlamlı farklılıklar tespit edilirken, PM ve PL skorlarında DT ve NDT taraflar arasında NDT taraf lehine farklılıklar söz konusu olsa da bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Ayrıca USİ değerleri sakatlık insidansının normal olduğunu gösterdi.

Tablo 4.6. Çift ayak statik denge tanımlayıcı veriler

Değişken	Ortalama	Ss	Minimum	Maksimum
COPX	0,18	1,22	-3	3
COPY	-1,32	2,10	-5	3
FBSD	5,91	2,89	3	12
MLSD	4,00	2,33	2	9
AFBS (mm/sn)	12,41	6,01	6	35
AMLS (mm/sn)	10,95	6,60	5	33
EA(mm ²)	471,77	461,07	104	1852
P(mm)	557,86	274,30	283	1594

Ss: standart sapma; COPX; x eksenine yapılan ortalama basınç; COPY: y eksenine yapılan ortalama basınç; FBSD: öne-arkaya salınım sapması; MLSD: sağa-sola salınım sapması; AFBS: ortalama öne-arkaya hız; AMLS: ortalama sağa-sola hız; EA: kullanılan alan; P: kullanılan çevre

Deneklere ait çift ayak statik denge parametrelerinin tanımlayıcı bilgileri Tablo 4.6.' da verilmiştir.

Tablo 4.7. Çift ayak dinamik denge tanımlayıcı veriler

Değişken	Ortalama	Ss	Minimum	Maksimum
ATE	22,59	8,53	11	42
ATES	63,95	13,78	41	102
AFV	1,57	1,57	0,50	7,90
SI	1,90	2,50	0,10	7,50
TTSD	23,18	10,95	1,18	30,13
TBFSD	2,14	2,32	0,25	11,60
TMLSD	26,69	7,43	6,20	30,00

Ss: standart sapma; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFSD: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLSD: gövde ortaya-yana salınım sapması

Deneklere ait çift ayak dinamik denge parametrelerinin tanımlayıcı bilgileri Tablo 4.7.' da verilmiştir.

Tablo 4.8. Alt ve üst FPT tanımlayıcı bilgiler.

Alt FPT (cm)	DT				NDT			
	Ortalama	Ss	Min	Maks	Ortalama	Ss	Min	Maks
TAA	160,00	17,22	125	188	165,73	20,64	115	199
ÜAA	602,96	44,26	460	659	609,09	58,00	444	688
ÇA	563,09	49,95	464	651	559,41	63,47	438	670
MRA	153,73	22,24	117	197	158,64	23,81	122	199
MTÜA	525,64	64,35	404	654	545,00	75,87	390	694
Üst FPT								
FPT	Ortalama	Ss	Min	Maks				
STF (cm)	933,64	81,73	806	1082				
MŞT (sayı)	36,45	7,77	21	51				
BKA (sn)	29,36	10,18	12,32	49,81				
KST (sayı)	41,86	8,19	14	52				

Ss: standart sapma; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama; STF: sağlık topu fırlatma; MŞT: modifiye şınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Min: minimum; Maks: maksimum

Deneklere ait alt ve üst FPT parametrelerinin tanımlayıcı bilgileri Tablo 4.8.' de verilmiştir.

Tablo 4.9. Alt FPT değerlerinin DT ve NDT taraflara göre karşılaştırılması

Değişken	DT	NDT	%95 CI		t	p
	Ortalama $\pm$ Ss	Ortalama $\pm$ Ss	LB	UB		
TAA	160,00 $\pm$ 17,22	165,73 $\pm$ 20,64	-10,65	-0,81	-2,422	0,025*
ÜAA	602,96 $\pm$ 44,26	609,09 $\pm$ 58,00	-20,07	7,79	-0,916	0,370
ÇA	563,09 $\pm$ 49,95	559,41 $\pm$ 63,47	-25,53	32,90	0,262	0,796
MRA	153,73 $\pm$ 22,24	158,64 $\pm$ 23,81	-9,52	-0,30	-2,215	0,038*
MTÜA	525,64 $\pm$ 64,35	545,00 $\pm$ 75,87	-43,29	4,56	-1,683	0,107

*p<0,05; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama

Deneklerin diz kuvvetlerini belirlemek üzere yapılan alt FPT test sonuçlarının DT ve NDT taraflardaki karşılaştırmaları incelendiğinde; alt FPT'lerden TAA (t=-2,422; p=0,025) ve MRA (t=-2,215; p= 0,038) test sonuçlarında DT ve NDT taraflar arasında NDT taraf lehine anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0,05). Öte yandan ÜAA (t=-0,916; p=0,370), ÇA (t=0,262; p=0,796) ve MTÜA (t=-1,683; p= 0,107) test sonuçlarında DT ve NDT taraf arasında farklılıklar söz konusu olsa da bu farklılıkların anlamlı olmadığı görüldü (p>0,05).

Tablo 4.10. İzokinetik diz kuvvetinin DT ve NDT taraflardaki H/Q oranları

Değişken(%)	Ortalama $\pm$ Ss	%95 CI		Min	Maks	F	p	Post Hoc
		LB	UB					
60 DT (a)	62,32 $\pm$ 8,80	58,41	66,22	46	78	10,970	0,000*	a- d,e,f
60 NDT (b)	61,95 $\pm$ 6,86	58,92	65,00	52	77			b- d,e,f
180 DT (c)	68,68 $\pm$ 13,15	62,85	74,51	48	103			-
180 NDT (d)	71,95 $\pm$ 12,88	66,25	77,67	48	99			d- a,b
240 DT (e)	73,09 $\pm$ 14,56	66,64	79,55	42	97			e- a,b
240 NDT (f)	74,09 $\pm$ 17,35	66,40	81,78	42	117			f- a,b

*p<0,001; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma. Min; minimum; Maks: maksimum; Post Hoc; Tukey

Deneklerin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflarda oluşan H/Q oranlarının karşılaştırılması verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, DT ve NDT taraflardaki H/Q oranlarında 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0,01). Anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu ortaya çıkarmak adına yapılan Post-Hoc test sonuçlarına göre; 240°/snaçısal hızdaki DT ve NDT tarafların H/Q oranları ile 180°/sn açısal hızdaki NDT tarafın H/Q oranının 60°/sn açısal hızda DT ve NDT taraf H/Q oranlarından yüksek olduğu ve bu seviyenin anlamlı düzeyde gerçekleştiği görüldü (p<0,001).

Tablo 4.11. İzokinetik diz kuvvetlerinin Q/Q ve H/H oranlarının karşılaştırılması

Değişken		Ortalama(%)	Ss	t	95%CI		p
					LB	UB	
60°/sn	Q/Q	100,74	7,01	-0,192	-5,04	4,19	0,849
	H/H	101,17	12,01				
180°/sn	Q/Q	103,21	10,12	1,421	-1,99	10,59	0,170
	H/H	98,91	13,61				
240°/sn	Q/Q	101,96	9,40	0,202	-6,41	7,79	0,842
	H/H	101,27	13,13				

DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma; Q/Q: quadriceps/quadriceps; H/H: hamstring/hamstring

Deneklerin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvetlerinin kontralateralde Q/Q ve H/H oranları karşılaştırılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre; 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda kontralateralde Q/Q ve H/H oranları arasında herhangi bir anlamlılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.12. İzokinetik omuz kuvvetinin DT ve NDT taraflardaki İR/ER oranları

Değişken(%)	Ortalama $\pm$ Ss	%95 CI		Min.	Maks.	F	p
		LB	UB				
60°/sn DT	76,36 $\pm$ 5,54	73,90	78,82	65	90	0,609	0,568
60°/sn NDT	74,32 $\pm$ 8,30	70,64	78,00	56	85		
180°/sn DT	75,77 $\pm$ 7,28	72,54	79,00	61	89		
180°/sn NDT	75,23 $\pm$ 11,64	70,07	80,39	58	100		
240°/sn DT	74,36 $\pm$ 8,53	70,58	78,15	52	87		
240°/sn NDT	77,18 $\pm$ 10,88	72,36	82,01	60	104		

DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; %95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma; Min; minimum; Maks: maksimum; İR/ER: internal rotasyon/eksternal rotasyon.

Deneklerin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda izokinetik omuz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflardaki oluşan İR/ER oranlarının karşılaştırılması verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, DT ve NDT taraflardaki İR/ER oranlarında 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda farklılıkların gerçekleştiği ancak bu farklılaşmanın anlamlılık göstermediği belirlendi ($p>0,05$).

Tablo 4.13. İzokinetik omuz kuvvetinin İR/İR ve ER/ER oranları

Değişken		N	Ortalama(%)	Ss	t	95%CI		p
						LB	UB	
60°/sn	İR:İR	22	109,24	12,79	-1,762	-10,51	0,87	0,093
	ER:ER	22	114,06	3,49				
180°/sn	İR:İR	22	108,51	15,66	-0,301	-9,60	7,17	0,766
	ER:ER	22	109,73	18,16				
240°/sn	İR:İR	22	111,63	17,66	0,901	-4,94	15,50	0,378
	ER:ER	22	107,85	16,49				

%95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma; İR-İR: internal rotasyon/internal rotasyon; ER-ER: eksternal rotasyon/eksternal rotasyon.

Deneklerin İR ve ER fazlarda 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik omuz kuvvet değerlerinin kontralateralde İR/İR ve ER/ER oranları karşılaştırılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre; 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda İR/İR ve ER/ER oranları arasında anlamlı farklılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.14. İzokinetik diz ve Alt FPT USİ'lerinin karşılaştırılması

Değişken (%)	Ortalama $\pm$ Ss	95%CI		Min.	Mak.	F	p
		LB	UB				
TAA	96,99 $\pm$ 6,88	93,94	100,04	88,41	110,87	1,260	0,292
ÜA	99,30 $\pm$ 5,11	97,03	101,56	90,95	108,99		
ÇA	101,67 $\pm$ 13,64	95,62	107,72	86,94	146,80		
MRA	97,19 $\pm$ 6,51	84,33	101,70	85,71	110,81		
MTÜA	97,10 $\pm$ 9,02	93,10	101,10	72,05	110,55		
60 Q/Q	100,74 $\pm$ 7,01	97,63	103,85	88,57	116,61		
60 H:H	101,17 $\pm$ 12,01	95,84	106,49	80,00	128,34		
180 Q/Q	103,21 $\pm$ 10,12	98,72	107,70	88,80	128,57		
180 H/H	98,91 $\pm$ 13,61	92,87	104,94	77,94	128,00		
240 Q/Q	101,96 $\pm$ 9,40	97,79	106,13	86,76	120,69		
240 H/H	101,27 $\pm$ 13,13	95,45	107,09	73,96	135,21		

%95 CI: confidence interval; LB: alt sınır; UB: üst sınır; Ss: standart sapma; Min; minimum; Maks: maksimum; Q:Q: quadriceps/quadriceps; H:H: hamstring/hamstring; TAA: tek adım atlama; ÜA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MSTH: medial tarafa üç adım atlama; USİ: uzuv simetri indeksi

Deneklerin DT ve NDT taraflarda Eks ve Flek fazlarda 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri ile alt FPT değerlerinde ortaya çıkan asimetri oranlarının karşılaştırılması gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, Eks ve Flek fazlarda 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet testlerinde ve alt FPT'lerde ortaya çıkan asimetri indekslerinde anlamlı farklılığın gerçekleşmediği görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.15. Alt FPT ve izokinetik diz kuvvet değerleri arasındaki ilişki

DT	TAA (cm)	ÜAA (cm)	ÇA (cm)	MRA (cm)	MTÜA (cm)
60 Eks (Nm)	-0,224	-0,101	0,085	0,189	-0,189
60 Flek (Nm)	-0,042	0,088	-0,002	0,323	-0,066
180 Eks (Nm)	-0,133	-0,007	0,147	0,264	-0,108
180 Flek (Nm)	0,036	0,180	0,144	0,292	0,080
240 Eks (Nm)	-0,083	-0,014	0,115	0,277	-0,180
240 Flek (Nm)	0,080	0,281	0,137	0,290	0,128
NDT	TAA (cm)	ÜAA (cm)	ÇA (cm)	MRA (cm)	MTÜA (cm)
60 Eks (Nm)	0,002	-0,091	-0,009	0,182	-0,005
60 Flek (Nm)	0,061	-0,10	0,155	0,227	0,071
180 Eks (Nm)	-0,062	-0,079	0,040	0,052	-0,067
180 Flek (Nm)	0,052	0,051	0,258	0,200	0,160
240 Eks (Nm)	-0,067	-0,107	-0,033	0,038	-0,097
240 Flek (Nm)	0,105	0,106	0,273	0,238	0,212

DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; Flek: fleksiyon; Eks: ekstansiyon; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama

Deneklerin DT ve NDT taraflarda alt FPT değerleri ile Eks-Flek fazlarında ortaya çıkan izokinetik diz kuvvetleri arasında pearson korelasyon testi uygulandı. Test çıktıları incelendiğinde; DT ve NDT taraflarda alt FPT'lerden TAA, ÜAA, ÇA, MRA ve MTÜA test sonuçları ile 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki Eks-Flek izokinetik diz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilemedi ($p>0,05$).

Tablo 4.16. Üst FPT ve izokinetik omuz kuvvet değerleri arasındaki ilişki

DT	STF (cm)	MŞT (sayı)	BKA (sn)	KST (sayı)
60 İR (Nm)	0,502*	0,275	-0,037	-0,114
60 ER (Nm)	0,499*	0,208	-0,119	-0,137
180 İR (Nm)	0,511*	0,416	0,086	0,062
180 ER (Nm)	0,377	0,426*	0,098	0,073
240 İR (Nm)	0,474*	0,470*	0,084	0,111
240 ER (Nm)	0,444*	0,359	0,102	0,056
NDT	STF (cm)	MŞT (sayı)	BKA (sn)	KST (sayı)
60 İR (Nm)	0,503*	0,261	0,112	0,023
60 ER (Nm)	0,573*	0,309	-0,006	0,033
180 İR (Nm)	0,418	0,413	0,217	0,089
180 ER (Nm)	0,536*	0,229	-0,026	0,027
240 İR (Nm)	0,400	0,398	0,245	0,083
240 ER (Nm)	0,506*	0,232	0,019	-0,028

* $p<0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; STF: sağlık topu fırlatma; MŞT: modifiye şınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon.

Deneklerin üst FPT değerleri ile DT ve NDT taraflarda İR-ER fazlarında ortaya çıkan izokinetik omuz kuvvetleri arasında pearson korelasyon testi uygulandı. Test

çıktıları incelendiğinde; üst FPT'lerden STF (cm) test sonuçları ile DT tarafta 60°/sn açısal hızda omuz İR (r= 0,502) ve ER (r= 0,499), 180°/sn açısal hızda omuz İR (r= 0,511) ve 240°/sn açısal hızda omuz İR (r= 0,474) ve ER (r= 0,444) kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon hesaplandı (p<0,05). Ayrıca üst FPT'lerden MŞT (sayı) test sonuçları ile DT tarafta 180°/sn açısal hızda ER (r= 0,426) ve 240°/sn açısal hızda İR (r= 0,470) kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edildi (p<0,05). Fakat üst FPT'lerden BKA (sn) ve KST (sayı) test sonuçları ile DT taraftaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda İR-ER izokinetik omuz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilemedi (p>0,05).

NDT tarafta yapılan analiz sonuçlarına göre ise; üst FPT'lerden STF (cm) test sonuçları ile NDT tarafta 60°/sn açısal hızda omuz İR (r= 0,503) ve ER (r= 0,573), 180°/sn açısal hızda omuz ER (r= 0,536) ve 240°/sn açısal hızda omuz ER (r= 0,506) kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon olduğu tespit edildi (p<0,05). Fakat üst FPT'lerden MŞT (sayı), BKA (sn) ve KST (sayı) test sonuçları ile NDT taraftaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki İR-ER izokinetik omuz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilemedi (p>0,05).

Tablo 4.17. Alt FPT ve Üst FPT değerleri arasındaki ilişki

DT	STF (cm)	MŞT (sayı)	BKA (sn)	KST (sayı)
TAA (cm)	-0,193	0,655**	0,257	0,269
ÜAA (cm)	-0,234	0,477*	0,463*	0,575**
ÇA (cm)	-0,068	0,050	0,097	-0,214
MRA (cm)	0,015	0,750**	0,064	0,241
MTÜA (cm)	-0,474*	0,664**	0,412	0,412
NDT	STF (cm)	MŞT (sayı)	BKA (sn)	KST (sayı)
TAA (cm)	-0,169	0,741**	0,250	0,370
ÜAA (cm)	-0,395	0,536*	0,620**	0,589**
ÇA (cm)	-0,255	0,641**	0,557*	0,475*
MRA (cm)	0,069	0,722**	0,146	0,222
MTÜA (cm)	-0,262	0,557**	0,373	0,338

*p<0,05; **p<0,001; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama; STF: sağlık topu fırlatma; MŞT: modifiye şınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon

Deneklerin DT ve NDT taraflarda alt FPT değerleri ile üst FPT sonuçları arasında pearson korelasyon testi uygulandı. Test çıktıları incelendiğinde; DT alt FPT'lerden MTÜA değerleri ile üst FPT'lerden STF değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde (r= -0,474), MŞT değerleri ile pozitif yönde orta düzeyde (r= 0,664), alt

FPT'lerden TAA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde ($r= 0,655$), alt FPT'lerden ÜAA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT ($r= 0,477$), BKA ($r= 0,463$) ve KST ($r=0,575$) değerleri arasındaki ilişki yönünün pozitif olduğu orta düzeyli ve alt FPT'lerden MRA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT ($r= 0,750$) değerleri ile pozitif yönde yüksek düzeyde korelasyon tespit edildi (* $p<0,05$; ** $p<0,001$).

NDT tarafta yapılan analiz sonuçlarına göre ise; NDT tarafta alt FPT'lerden ÜAA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT ($r=0,536$), BKA ($r= 0,620$) ve KST ($r= 0,589$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde, alt FPT'lerden ÇA ile üst FPT'lerden MŞT ($r=0,641$), BKA ($r= 0,557$) ve KST ($r= 0,475$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde, üst FPT'lerden MŞT değerleri ile alt FPT'lerden MTÜA ($r= 0,557$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde, TAA ($r= 0,741$) ve MRA ($r=0,722$) değerleri arasında pozitif yönde yüksek düzeyde korelasyon tespit edildi ($p<0,05$; $p<0,01$). Bunların dışındaki üst FPT değerleri ile alt FPT değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.18. Diz ve omuz izokinetik kuvvet değerleri arasındaki ilişki

DT	60 İR (Nm)	60 ER (Nm)	180 İR (Nm)	180 ER (Nm)	240 İR (Nm)	240 ER (Nm)
60 Eks (Nm)	0,388	0,365	0,355	0,262	0,279	0,228
60 Flek (Nm)	0,259	0,238	0,277	0,148	0,250	0,077
180 Eks (Nm)	0,468*	0,406	0,419	0,312	0,357	0,242
180 Flek (Nm)	0,263	0,259	0,233	0,181	0,222	0,076
240 Eks (Nm)	0,460*	0,391	0,424*	0,305	0,358	0,244
240 Flek (Nm)	0,211	0,198	0,251	0,187	0,255	0,072
NDT	60 İR (Nm)	60 ER (Nm)	180 İR (Nm)	180 ER (Nm)	240 İR (Nm)	240 ER (Nm)
60 Eks (Nm)	0,474*	0,489*	0,400	0,359	0,320	0,272
60 Flek (Nm)	0,392	0,415	0,354	0,330	0,208	0,200
180 Eks (Nm)	0,423*	0,462*	0,389	0,344	0,302	0,269
180 Flek (Nm)	0,356	0,329	0,430*	0,364	0,277	0,191
240 Eks (Nm)	0,397	0,444*	0,356	0,339	0,269	0,277
240 Flek (Nm)	0,360	0,306	0,451*	0,369	0,306	0,187

* $p<0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; Flek: fleksiyon; Eks: ekstansiyon.

Deneklerin DT ve NDT taraflarda ortaya çıkan izokinetik diz (Eks-Flek) ve omuz (İR-ER) kuvvetlerinin ilişkisini belirlemek üzere yapılan analiz çıktıları incelendiğinde; DT İR fazında $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazında açısal hızların $180^\circ/\text{sn}$ ($r=0,468$) ve $240^\circ/\text{sn}$ ($r=0,460$) olduğu izokinetik diz kuvvetleri arasında, İR fazında $180^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazında $240^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki ($r=0,424$) izokinetik diz kuvvet değerleri

arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). DT taraftaki diğer izokinetik kuvvet değerleri arasında anlamlı korelasyon tespit edilemedi ($p>0,05$).

NDT tarafta yapılan inceleme sonucuna göre ise; İR fazında $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazında $60^\circ/\text{sn}$ ($r=0,474$) ve $180^\circ/\text{sn}$ ($r=0,423$) açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri arasında, ER fazında $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazda $60^\circ/\text{sn}$ ($r=0,489$), $180^\circ/\text{sn}$ ($r=0,462$) ve $240^\circ/\text{sn}$ ($r=0,444$) açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri arasında ve İR fazında $180^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Flek fazında $180^\circ/\text{sn}$ ($r=0,430$) ve $240^\circ/\text{sn}$ ($r=0,451$) hızlarda izokinetik diz değerleri arasında pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı korelasyon tespit edildi ($r<0,05$). NDT taraftaki diğer izokinetik kuvvet değerleri arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.19. DT ve NDT taraflardaki statik ve dinamik denge değerleri arasındaki ilişki

DT	ATE	ATES	AFV	SI	TTSD	TBFS	TMLS
COPX	0,070	-0,099	-0,109	-0,253	0,248	-0,089	0,028
COPY	0,001	0,218	-0,190	-0,298	0,513*	-0,009	0,041
FBS	-0,202	0,042	-0,097	0,186	-0,133	-0,164	0,158
MLS	-0,222	0,173	0,052	0,174	-0,359	0,298	-0,164
AFBS	-0,351	0,013	-0,121	0,349	0,093	-0,141	0,357
AMLS	-0,269	-0,004	0,011	0,205	-0,064	-0,042	0,215
EA	-0,225	0,010	0,029	0,291	-0,339	0,066	0,008
P	-0,392	-0,084	-0,114	0,306	0,086	-0,140	0,377
NDT	ATE	ATES	AFV	SI	TTSD	TBFS	TMLS
COPX	-0,128	0,141	-0,399	-0,337	0,254	-0,183	0,234
COPY	-0,028	0,005	-0,107	0,126	0,274	0,340	-0,113
FBS	0,109	0,183	0,097	-0,206	-0,136	-0,341	0,205
MLS	0,205	0,041	-0,009	0,004	-0,121	-0,075	-0,017
AFBS	0,071	0,262	-0,242	-0,346	0,150	-0,395	0,279
AMLS	0,127	0,144	0,105	-0,177	-0,262	-0,164	0,228
EA	0,176	0,204	0,028	-0,054	-0,317	-0,232	0,018
P	0,066	0,169	-0,076	-0,270	-0,075	-0,324	0,305

* $p<0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; COPX: x eksenine yapılan ortalama basınç; COPY: y eksenine yapılan ortalama basınç; FBS: öne-arkaya salınım sapması; MLS: sağa-sola salınım sapması; AFBS: ortalama öne-arkaya hız; AMLS: ortalama sağa-sola hız; EA: kullanılan alan; P: kullanılan çevre; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFS: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLS: gövde ortaya-yana salınım sapması

Deneklerin statik ve dinamik denge değerleri arasındaki ilişki pearson korelasyon testi yapılarak incelenmiş olup, DT tarafta sadece COPY ile TTSD değerleri arasında ($r=0,513$) pozitif yönde orta düzeyde korelasyon hesaplandı

($p<0,05$). Bunun dışındaki değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olmadığı tespit edildi ($p>0,05$).

Tablo 4.20. DT ve NDT taraflardaki statik denge ve Y denge testleri arasındaki ilişki

DT	ANT (cm)	PM (cm)	PL (cm)	Y Denge
COPX	0,182	0,389	-0,049	0,220
COPY	-0,041	0,217	0,182	0,233
FBSD	0,186	-0,032	-0,344	-0,250
MLSD	0,330	-0,051	-0,088	0,051
AFBS	0,351	-0,073	-0,467*	-0,226
AMLS	0,520*	0,046	-0,219	-0,027
EA	0,245	-0,120	-0,263	-0,195
P	0,389	-0,106	-0,351	-0,197
NDT	ANT (cm)	PM (cm)	PL (cm)	Y Denge
COPX	-0,157	-0,121	0,122	-0,308
COPY	0,481*	0,514*	0,097	0,404
FBSD	0,116	-0,126	0,044	-0,094
MLSD	0,075	-0,183	0,060	-0,015
AFBS	0,079	-0,024	-0,220	-0,167
AMLS	0,042	-0,193	-0,186	-0,226
EA	0,143	-0,134	-0,134	-0,066
P	0,104	-0,093	-0,147	-0,153

* $p<0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; COPX; x eksenine yapılan ortalama basınç; COPY: y eksenine yapılan ortalama basınç; FBSD: öne-arkaya salınım sapması; MLSD: sağa-sola salınım sapması; AFBS: ortalama öne-arkaya hız; AMLS: ortalama sağa-sola hız; EA: kullanılan alan; P: kullanılan çevre; ANT: anterior; PM: posteromedial PL: posterolateral; Y Denge; Y denge kompozit skor

Deneklerin DT ve NDT taraflardaki statik denge ve Y denge test sonuçları arasındaki korelasyon analizine göre; DT tarafta AMLS ile ANT değerleri arasında ($r=0,520$) pozitif yönde ve AFBS ile PL değerleri arasında ($r=-0,467$) negatif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). NDT tarafta ise COPY ile ANT ($r=0,481$) ve PM ($r=0,514$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyon hesaplandı ($p<0,05$). Diğer değerleri arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.21. DT ve NDT taraflardaki dinamik ve Y denge değerleri arasındaki ilişki

DT	ANT (cm)	PM (cm)	PL (cm)	Y Denge
ATE	-0,071	-0,003	-0,219	-0,155
ATES	0,165	0,105	-0,339	-0,001
AFV	-0,093	-0,118	0,270	0,081
SI	-0,092	-0,369	-0,334	-0,408
TTSD	0,006	-0,019	-0,120	-0,142
TBFSD	0,263	0,408	0,323	0,476*
TMLSD	0,034	-0,177	-0,233	-0,356
NDT	ANT (cm)	PM (cm)	PL (cm)	Y Denge
ATE	0,224	0,017	-0,139	0,011
ATES	0,269	0,030	-0,035	-0,046
AFV	0,167	0,255	-0,059	0,218
SI	0,391	0,235	0,433*	0,518*
TTSD	-0,198	-0,002	-0,272	-0,244
TBFSD	0,429*	0,363	0,469*	0,517*
TMLSD	-0,243	-0,186	-0,272	-0,433*

* $p<0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFSD: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLSD: gövde ortaya-yana salınım sapması; ANT: anterior; PM: posteromedial PL: posterolateral; Y Denge: Y denge kompozit skor

Deneklerin DT ve NDT taraflardaki dinamik denge ve Y denge test sonuçları arasında yapılan pearson korelasyon analizine göre; DT tarafta dinamik denge değerlerinden TBFSD değeri ile Y denge kompozit skor değeri arasında ($r=0,476$) pozitif yönde orta düzeyde korelasyon görülürken ($p<0,05$) diğer değerler arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). NDT tarafta ise; dinamik denge değerlerinden SI ile Y denge değerlerinden PL ($r=0,433$) ve Y denge kompozit skor arasında ($r= 0,518$), TBFSD değeri ile ANT ($r=0,429$), PL ($r=0,469$) ve Y denge kompozit skor arasında ($r=0,517$) pozitif yönde, TMLSD değeri ile Y denge kompozit skor değeri arasında ($r=-0,433$) negatif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). Deneklerin NDT taraftaki diğer dinamik denge ve Y denge değerlerinin arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.22. Çift ayak Statik ve Dinamik denge değerleri arasındaki ilişki

Değişken	ATE	ATES	AFV	SI	TTSD	TBFS	TMLS
COPX	0,163	0,060	0,053	0,018	-0,425*	0,257	-0,297
COPY	0,059	-0,014	-0,020	0,255	-0,113	0,181	-0,131
FBS	0,205	0,337	0,045	-0,395	0,115	-0,068	-0,103
MLS	0,338	0,391	0,534*	-0,218	-0,059	-0,025	0,088
AFBS	-0,098	0,238	0,141	-0,186	0,247	-0,129	0,145
AMS	0,087	0,204	0,544**	-0,196	0,106	-0,105	0,159
EA	0,317	0,440*	0,368	-0,288	0,083	-0,102	0,038
P	0,000	0,228	0,373	-0,210	0,184	-0,123	0,170

* $p<0,05$; COPX: x eksenine yapılan ortalama basınç; COPY: y eksenine yapılan ortalama basınç; FBS: öne-arkaya salınım sapması; MLS: sağa-sola salınım sapması; AFBS: ortalama öne-arkaya hız; AMS: ortalama sağa-sola hız; EA: kullanılan alan; P: kullanılan çevre; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFS: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLS: gövde ortaya-yana salınım sapması

Deneklerin çift ayak statik ve dinamik denge değerleri arasındaki pearson korelasyon analizi incelendiğinde; AFV ile MLS ($r=0,534$) ve AMS ($r=0,544$) değerleri arasında pozitif yönde, ATES değeri ile EA değeri arasında ($r=0,440$) pozitif yönde ve TTSD ile COPX değeri arasında ($r=-0,425$) negatif yönde orta düzeyde korelasyon hesaplandı ($p<0,05$). Bunların dışındaki değerlerin arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.23. DT ve NDT statik denge ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişki

DT	TAA	ÜAA	ÇA	MRA	MTÜA
COPX	0,182	0,074	0,052	0,256	0,186
COPY	-0,190	-0,012	0,024	-0,215	0,009
FBS	0,212	0,252	0,094	-0,077	0,185
MLS	-0,248	-0,071	-0,154	-0,480*	-0,223
AFBS	-0,150	-0,123	0,232	-0,336	-0,134
AMS	-0,417	-0,225	0,099	-0,528*	-0,393
EA	0,053	0,106	-0,043	-0,216	-0,025
P	-0,208	-0,123	0,223	-0,444*	-0,247
NDT	TAA	ÜAA	ÇA	MRA	MTÜA
COPX	0,267	0,080	0,353	0,295	0,091
COPY	0,015	0,210	-0,019	0,046	0,044
FBS	-0,069	0,123	0,079	-0,254	0,087
MLS	-0,080	0,031	-0,093	-0,301	-0,093
AFBS	-0,347	-0,247	-0,211	-0,408	-0,205
AMS	-0,246	-0,191	-0,258	-0,376	-0,240
EA	-0,226	-0,127	-0,222	-0,387	-0,034
P	-0,323	-0,184	-0,213	-0,439*	-0,181

* $p<0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; COPX: x eksenine yapılan ortalama basınç; COPY: y eksenine yapılan ortalama basınç; FBS: öne-arkaya salınım sapması; MLS: sağa-sola salınım sapması; AFBS: ortalama öne-arkaya hız; AMS: ortalama sağa-sola hız; EA: kullanılan alan; P: kullanılan çevre; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama

Deneklerin DT ve NDT taraflardaki statik denge değerleri ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişkinin incelendiği pearson korelasyon test sonuçları incelendiğinde; DT tarafta alt FPT'lerden MRA (cm) test sonuçları ile statik denge değerlerinden MLSD (mm) ($r = -0,480$), AMLS (mm/sn) ($r = -0,528$) ve P (mm) ($r = -0,444$) değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyon tespit edildi ($p < 0,05$). NDT tarafta MRA (mm) ile P(mm) değeri arasında ($r = -0,439$) negatif yönde orta düzeyde korelasyon görülürken ($p < 0,05$), diğer değerler arasında herhangi bir anlamlı ilişki tespit edilemedi ($p > 0,05$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.24. DT ve NDT dinamik denge ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişki

DT	TAA	ÜAA	ÇA	MRA	MTÜA
ATE	-0,060	0,082	0,143	0,121	0,075
ATES	-0,367	0,169	0,089	-0,438*	0,145
AFV	-0,089	-0,085	-0,333	-0,064	-0,018
SI	-0,080	-0,295	-0,098	-0,103	-0,164
TTSD	0,066	-0,126	0,284	0,069	-0,124
TBFSD	-0,153	-0,196	-0,384	-0,026	-0,047
TMLSD	0,150	-0,130	0,340	0,133	-0,183
NDT	TAA	ÜAA	ÇA	MRA	MTÜA
ATE	-0,060	0,041	-0,106	-0,102	-0,131
ATES	-0,023	0,196	0,151	-0,192	-0,019
AFV	-0,020	0,139	-0,098	-0,060	0,064
SI	0,001	0,322	0,080	-0,124	0,080
TTSD	-0,050	-0,253	0,056	0,087	-0,016
TBFSD	-0,086	0,062	-0,242	-0,009	0,070
TMLSD	0,019	-0,172	0,149	0,169	0,050

* $p < 0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFSD: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLSD: gövde ortaya-yana salınım sapması; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama

Deneklerin DT ve NDT taraflardaki dinamik denge ve alt FPT sonuçları arasındaki korelasyon analizine göre; DT tarafta alt FPT'lerden MRA (mm) test sonuçları ile dinamik denge değerlerinden ATES değeri arasında ($r = -0,438$) negatif yönde orta düzeyde korelasyon görüldü ($p < 0,05$). DT taraftaki diğer değerler arasında ve NDT taraftaki tüm dinamik denge ve alt FPT değerleri arasında anlamlı ilişki tespit edilemedi ($p > 0,05$).

Tablo 4.25. DT ve NDT Y denge testi ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişki

DT	ANT	PM	PL	Y Denge
TAA	-0,281	-0,007	0,089	-0,094
ÜAA	-0,006	0,172	0,160	0,168
ÇA	0,156	0,145	-0,194	-0,089
MRA	-0,327	0,028	0,156	-0,058
MTÜA	-0,216	0,282	0,154	0,118
NDT	ANT	PM	PL	Y Denge
TAA	-0,087	0,003	0,062	-0,030
ÜAA	0,391	0,427*	0,463*	0,446*
ÇA	0,086	0,153	0,391	0,137
MRA	-0,155	-0,040	-0,006	-0,117
MTÜA	0,258	0,275	0,366	0,289

* $p < 0,05$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama; ANT: anterior; PM: posteromedial PL: posterolateral; Y Denge; Y denge kompozit skor

Deneklerin DT ve NDT taraflardaki Y denge değerleri ile alt FPT sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemek için pearson korelasyon testi uygulandı. Analiz sonuçlarına göre; DT taraftaki Y denge değerleri ile alt FPT sonuçları arasında herhangi anlamlı korelasyona rastlanmadı ($p > 0,05$). NDT tarafta ise alt FPT'lerden ÜAA (cm) testi ile PM (cm) ($r = 0,427$), PL (cm) ($r = 0,463$) ve Y denge kompozit skor ($r = 0,446$) arasında istatistiksel olarak pozitif yönde orta düzeyde korelasyon varken ($p < 0,05$), öteki değerlerde anlamlı ilişkinin olmadığı görüldü ($p > 0,05$).

Tablo 4.26. DT ve NDT statik denge ile izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki

DT	60 Eks	60 Flek	180 Eks	180 Flek	240 Eks	240 Flek
COPX	-0,028	0,146	-0,027	0,210	-0,071	0,245
COPY	-0,410	-0,195	-0,318	-0,019	-0,319	0,141
FBSD	0,146	0,080	0,102	0,136	0,090	0,068
MLSD	-0,106	-0,267	-0,100	-0,329	-0,093	-0,354
AFBS	0,293	0,141	0,117	0,195	0,071	0,055
AMLS	0,234	0,095	0,153	0,083	0,127	-0,038
EA	0,091	-0,035	0,073	-0,099	0,081	-0,158
P	0,242	0,100	0,131	0,132	0,109	0,032
NDT	60 Eks	60 Flek	180 Eks	180 Flek	240 Eks	240 Flek
COPX	0,279	0,250	0,348	0,283	0,336	0,306
COPY	-0,186	-0,044	-0,118	0,135	-0,081	0,225
FBSD	0,252	0,157	0,233	0,050	0,275	0,033
MLSD	-0,052	-0,048	0,109	-0,029	0,129	-0,060
AFBS	0,181	0,095	-0,076	-0,039	-0,102	-0,059
AMLS	0,088	0,006	-0,039	-0,061	-0,068	-0,091
EA	0,178	0,032	0,059	-0,166	0,080	-0,205
P	0,137	0,055	-0,066	-0,052	-0,090	-0,079

Deneklerin DT ve NDT taraflarda statik denge sonuçları ile Eks ve Flek fazlardaki $60^\circ/\text{sn}$, $180^\circ/\text{sn}$ ve $240^\circ/\text{sn}$ açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet

parametreleri arasındaki korelasyon analizi incelenmiş olup; gerek DT ve gerekse de NDT taraflardaki statik denge değerleri ile Eks ve Flek fazlardaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olmadığı tespit edildi ($p>0,05$) (Tablo 4.26).

Tablo 4.27. DT ve NDT dinamik denge ile izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki

DT	60 Eks	60 Flek	180 Eks	180 Flek	240 Eks	240 Flek
ATE	0,335	0,141	0,360	0,070	0,375	0,004
ATES	0,149	-0,052	0,097	0,048	0,042	0,050
AFV	-0,170	-0,135	-0,185	-0,246	-0,227	-0,301
SI	0,044	-0,085	-0,023	-0,182	0,033	-0,193
TTSD	0,004	0,250	0,084	-0,431*	0,119	0,514*
TBFSD	-0,307	-0,480*	-0,403	-0,557**	-0,454*	-0,554**
TMLSD	0,213	0,368	0,280	0,449*	0,333	0,460*
NDT	60 Eks	60 Flek	180 Eks	180 Flek	240 Eks	240 Flek
ATE	0,477*	0,315	0,529*	0,103	0,469*	-0,048
ATES	0,352	0,172	0,369	0,039	0,258	-0,061
AFV	0,002	-0,260	0,032	-0,101	-0,003	-0,080
SI	-0,425*	-0,495*	-0,172	-0,476*	-0,218	-0,515*
TTSD	-0,074	0,138	-0,109	0,407	-0,113	0,487*
TBFSD	-0,443*	-0,511*	-0,425*	-0,511*	-0,425*	-0,482*
TMLSD	0,267	0,429*	0,129	0,593**	0,124	0,648**

* $p<0,05$; ** $p<0,001$; DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; ATE: ortalama takip hatası; ATES: ortalama takip hata süresi; AFV: ortalama kuvvet varyansı; SI: stabilite index; TTSD: gövde toplam salınım sapması; TBFSD: gövde öne-arkaya salınım sapması; TMLSD: gövde ortaya-yana salınım sapması; Eks: ekstansiyon; Flek: fleksiyon.

Deneklerin DT ve NDT taraflarda dinamik denge sonuçları ile Eks ve Flek fazlardaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet parametrelerinin ilişkisi incelendi. Elde edilen sonuçlar; DT dinamik denge değerlerinden TTSD değeri ile Flek fazda 180°/sn ($r = -0,431$) açısal hızda izokinetik diz kuvvet değeri arasında negatif yönde, 240°/sn ($r = 0,514$) açısal hızda izokinetik diz kuvvet değeri ile pozitif yönde orta düzeyde korelasyon görüldü ($p<0,05$). Ayrıca TBFSD değeri ile Flek fazında 60°/sn ($r = -0,480$), 180°/sn ($r = -0,557$) ve 240°/sn ($r = -0,554$) açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri ile Eks fazında 240°/sn açısal hızdaki ($r = -0,454$) izokinetik diz kuvvet değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edildi ($p<0,05$; $p<0,001$). Öte yandan TMLSD değeri ile Flx fazında 180°/sn ($r=0,449$) ve 240°/sn ($r=0,460$) izokinetik diz değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki olduğu görüldü ($p<0,05$).

NDT tarafta yapılan analizde ise; dinamik denge değerlerinden ATE değeri ile Ex fazında 60°/sn ($r=0,477$), 180°/sn ($r=0,529$) ve 240°/sn ($r=0,469$) izokinetik diz

değerleri ile pozitif yönde, SI değeri ile Eks fazında 60°/sn ($r = -0,425$) ve Flek fazında 60°/sn ($r = -0,495$), 180°/sn ($r = -0,476$) ve 240°/sn ($r = -0,515$) hızlardaki izokinetik diz kuvvet değeriyle orta düzeyde negatif ilişki bulundu ($p < 0,05$). Ayrıca TTSD değeri ile Flek fazında 240°/sn ($r = 0,487$) açısal hızdaki izokinetik diz kuvvet değeri ile pozitif yönde, TBFSD değeri ile Eks ve Flek fazlarında 60°/sn ($r = -0,443$; $r = -0,511$), 180°/sn ($r = -0,425$; $r = -0,511$), ve 240°/sn ($r = -0,425$; $r = -0,482$) açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri arasında negatif yönde anlamlı korelasyon tespit edildi ($p < 0,05$). Öte yandan dinamik denge değerlerinden TMLSD değeri ile Flek fazında 60°/sn ($r = 0,429$), 180°/sn ($r = 0,593$) ve 240°/sn ($r = 0,648$) hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleriyle pozitif yönde anlamlı korelasyon bulundu ($p < 0,05$; $p < 0,001$).

Tablo 4.28. DT ve NDT Y denge ve izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişki

DT	60 Eks	60 Flek	180 Eks	180 Flek	240 Eks	240 Flek
ANT	-0,002	-0,063	0,081	0,051	0,036	0,042
PM	-0,207	-0,156	-0,143	0,011	-0,258	0,026
PL	-0,412	-0,214	-0,195	-0,166	-0,214	-0,086
Y Denge	-0,333	-0,257	-0,232	-0,127	-0,309	-0,064
NDT	60 Eks	60 Flek	180 Eks	180 Flek	240 Eks	240 Flek
ANT	-0,109	-0,025	-0,123	0,022	-0,129	0,039
PM	-0,175	-0,056	-0,205	0,102	-0,205	0,164
PL	-0,352	-0,197	-0,144	-0,059	-0,165	-0,055
Y Denge	-0,364	-0,247	-0,290	-0,121	-0,281	-0,090

DT: dominant taraf; NDT: nondominant taraf; Eks: ekstansiyon; Flek: fleksiyon; ANT: anterior; PM: posteromedial; PL: posterolateral; Y Denge; Y denge kompozit skor

Deneklerin DT ve NDT taraflarda Y denge değerleri ile Eks ve Flek fazlardaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet parametreleri arasındaki ilişki pearson korelasyon analizi ile incelendi. Analiz sonucuna göre; gerek DT ve gerekse de NDT taraflardaki Y denge değerleri ile Eks ve Flek fazlardaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet sonuçlarında anlamlı ilişki görülmedi ($p > 0,05$).

Tablo 4.29. DT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi

Model 1 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	-60,862	31,840	-1,912	0,073	
STF (cm)	0,113	0,030	3,757	0,002	1,141
MŞT (sayı)	1,114	0,366	3,045	0,076	1,532
BKA (sn)	0,389	0,332	1,171	0,258	2,162
KST (sayı)	-1,055	0,432	-2,442	0,121	2,374
Model 1 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	-42,806	28,802	-1,524	0,146	
STF (cm)	0,084	0,026	3,182	0,005	1,141
MŞT (sayı)	0,787	0,323	2,438	0,062	1,532
BKA (sn)	0,159	0,293	0,543	0,594	2,162
KST (sayı)	-0,694	0,381	-1,821	0,086	2,374

*p<0,05; STF: sağlık topu fırlarma; MŞT: modifiye şınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon.

DT tarafta 60°/sn açısal hızda İR fazda bulunan parametrelerin FPT değerleriyle tahmin edilebilmesi adına gerçekleştirilen regresyon analizi irdelendiğinde; FPT'lerden STF (cm) ($\beta= 0,0113$, $p=0,002$) parametresinde anlamlı sonuç görüldü ($p<0,05$). Diğerlerinde ise anlamlı sonuç görülmedi ($p>0,05$). DT tarafta 60°/sn açısal hızda ER fazda bulunan değerleri FPT sonuçlarıyla hesaplayabilmek amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine bakıldığında; STF (cm) ($\beta= 0,084$, $p=0,005$) sonucunda anlamlılık olduğu ($p<0,05$), diğer FPT'lerdeyse olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.30. DT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi

Model 2 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	29,031	31,424	-0,924	0,367	
STF (cm)	0,087	0,034	2,597	0,017	1,000
Model 2 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	24,938	25,339	-0,987	0,337	
STF (cm)	0,070	0,027	2,578	0,018	1,000

STF: sağlık topu fırlarma; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta

DT tarafta 60°/sn açısal hızda İR fazda bulunan değerlerin STF (cm) ile hesaplanabilmesi amacıyla yapılmış olan modelin güvenilirlik oranı %25,2 ($R^2 = 0,252$) olarak belirlendi. Ayrıca ele edilmiş olan modelin katsayısı, sabiti ve anlamlılık düzeyi önemli görüldü ($p<0,05$). Elde edilen model $\hat{Y} = 29,031 + 0,087 \cdot \text{STF (cm)}$ formülü gerçekleştirildiğinde elde edilen değer %25,2 güvenilirlik oranında İR fazda 60°/sn açısal hız sonucunu vermektedir. STF (cm) parametresindeki bir birim artış gerçekleştiğinde İR fazda 60°/sn açısal hız değeri $\beta=0,087$ birimlik artış gösterir. DT

tarafın ER fazda 60°/sn açısal hızda elde edilen değerin STF (cm) ile hesaplanması için yapılan modelde güvenilirlik oranı %24,9 ($R^2 = 0,249$) olarak belirlendi. Ayrıca ele edilmiş olan modelin anlamlılık düzeyinin önemli olduğu bulundu ($p < 0,05$). Tespit edilen modelde $\hat{Y} = 24,938 + 0,070 \cdot \text{STF (cm)}$ formülün uygulanması sonucunda elde edilen değer %24,9 güvenilirlik oranında ER fazın 60°/sn açısal hız parametresini vermektedir. STF (cm) sonucunda bir birimlik artma görüldüğünde ER fazda 60°/sn açısal hız değerinde $\beta = 0,070$ birimlik artış beklenir.

Tablo 4.31. DT 60°/sn İR-ER kuvvetlerin FPT'ler ile tahmin modellerin güvenilirliği

60°sn ⁻¹ İR	HKO	R ²	R ² adj.	p
Model 1	110,738	0,554	0,449	0,006
Model 2	157,736	0,252	0,215	0,017
60°sn ⁻¹ ER	HKO	R ²	R ² adj.	p
Model 1	86,144	0,464	0,338	0,025
Model 2	102,560	0,249	0,212	0,018

* $p < 0,05$; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; R² : R square; R² adj.: adjusted R square

DT tarafta 60°/sn İR-ER fazda sergilenen kuvvetlerin FPT'lerin kullanılmasıyla hesaplanabilmeleri amacıyla düzenlenen modellerdeki güvenilirlik düzeyleri Tablo 4.31'de sunulmuştur.

Tablo 4.32. NDT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi

Model 1 İR	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	66,510	32,150	-2,069	0,054	
STF (cm)	0,110	0,030	3,625	0,002	1,141
MŞT (sayı)	0,802	0,369	2,171	0,064	1,532
BKA (sn)	0,543	0,335	1,623	0,123	2,162
KST (sayı)	-0,788	0,436	-1,806	0,089	2,374
Model 1 ER	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	54,937	21,674	-2,535	0,021	
STF (cm)	0,083	0,020	4,076	0,001	1,141
MŞT (sayı)	0,703	0,249	2,823	0,112	1,532
BKA (sn)	0,163	0,226	0,720	0,481	2,162
KST (sayı)	-0,423	0,294	-1,440	0,168	2,374

* $p < 0,05$; STF: sağlık topu fırlatma; MŞT: modifiye sınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon.

NDT tarafta 60°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen sonucun FPT'lerle hesaplanması amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta = 0,110$), $p = 0,002$) parametresinde anlamlılık görüldü ($p < 0,05$). Diğerlerindeyse anlamlılığın olmadığı görüldü ($p > 0,05$). NDT tarafta 60°/sn açısal hızda ER fazda kaydedilen parametrenin FPT'lerle tahmin edebilmek adına gerçekleştirilen regresyon

analizine göre; STF (cm) ($\beta=0,083$, $p=0,001$) değerinde anlamlılığın olduğu ($p<0,05$), diğerlerinde ise anlamlılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.33. NDT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi

Model 2 İR	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	28,798	29,745	-0,968	0,345	
STF (cm)	0,083	0,032	2,601	0,017	1,000
Model 2 ER	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	24,938	25,339	-0,984	0,337	
STF (cm)	0,070	0,027	2,578	0,018	1,000

STF: sağlık topu fırlama; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta.

NDT tarafta 60°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanması için yapılan modelin güvenilirliği %25,3 ($R^2 = 0,253$) olarak belirlendi. Ayrıca ele edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemli olduğu görüldü ($p<0,05$). Modelde $\hat{Y} = 28,798 + 0,083 \cdot \text{STF (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %25,3 güvenilirlik oranıyla 60°/sn İR parametresini sunmaktadır. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın İR fazda 60°/sn açısal hız değerini $\beta=0,083$ birim arttıracak görüldü. NDT tarafta 60°/sn açısal hızda ER fazdaki kuvvetin STF (cm) ile hesaplanması amacıyla oluşturulan modelin güvenilirlik oranı %24,9 ($R^2 = 0,249$) olarak belirlendi. Ayrıca düzenlenen bu modelin anlamlılık düzeyi ve katsayıları önemli bulundu ($p<0,05$). Model üzerinde $\hat{Y} = 24,938 + 0,070 \cdot \text{STF (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen değer %24,9 güvenilirlik oranıyla 60°/sn açısal hızda ER fazdaki kuvvet sonucunu vermektedir. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın ER fazda 60°/sn açısal hız değerini $\beta=0,070$ birim arttıracak tespit edildi.

Tablo 4.34. NDT 60°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği

60°/sn İR	HKO	R²	R² adj.	p
Model 1	112,909	0,493	0,373	0,016
Model 2	141,330	0,253	0,215	0,017
60°/sn ER	HKO	R²	R² adj.	p
Model 1	86,144	0,464	0,338	0,025
Model 2	102,560	0,249	0,212	0,018

* $p<0,05$; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; R² : R square; R² adj.: adjusted R square

DT tarafta 60°/sn İR-ER fazda elde edilen kuvvet değerlerinin FPT'lerin kullanılması ile hesaplanabilmesi adına ortaya koyulan modellerdeki güvenilirlik düzeyleri Tablo 4.34'de sunulmuştur.

Tablo 4.35. DT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi

Model 1 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	65,899	23,710	-2,779	0,013	
STF (cm)	0,096	0,022	4,308	0,000	1,141
MŞT (sayı)	1,004	0,272	3,686	0,102	1,532
BKA (sn)	0,323	0,247	1,306	0,209	2,162
KST (sayı)	-0,666	0,322	-2,069	0,054	2,374
Model 1 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	35,757	21,514	-1,662	0,115	
STF (cm)	0,057	0,020	2,831	0,012	1,141
MŞT (sayı)	0,744	0,247	3,009	0,108	1,532
BKA (sn)	0,198	0,224	0,885	0,388	2,162
KST (sayı)	-0,454	0,292	-1,557	0,138	2,374

*p<0,05; STF: sağlık topu fırlatma; MPU: modifiye şınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta; IR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon.

DT tarafta 180°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen sonucun FPT'lerle tahmin edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizinde; STF (cm) ($\beta= 0,096$, $p=0,000$) parametresinde anlamlılığın olduğu ($p<0,05$), diğerlerindeyse anlamlılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$). DT tarafta 180°/sn açısal hızda ER fazda elde edilen sonucun FPT'lerle tahmin edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizinde; STF (cm) ($\beta= 0,057$), $p=0,012$) parametresinde anlamlılığın olduğu ($p<0,05$), diğerlerinde ise anlamlılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.36. DT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi

Model 2 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	25,122	25,393	-0,989	0,334	
STF (cm)	0,072	0,027	2,662	0,015	1,000
Model 2 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	6,164	20,906	-0,295	0,771	
STF (cm)	0,041	0,022	1,821	0,084	1,000

STF: sağlık topu fırlatma; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta.

DT tarafta 180°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin güvenilirliği %26,2 ($R^2 = 0,262$) olarak belirlendi. Ayrıca ele edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemli olduğu görüldü ($p<0,05$). Modelde $\hat{Y} = 25,122 + 0,072 \cdot \text{STF (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %26,2 güvenilirlik oranıyla 180°/sn İR parametresini sunmaktadır. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın İR fazda 60°/sn açısal hız değerini $\beta=0,072$ birim arttıracığı görüldü. DT tarafta 180°/sn açısal hızda ER fazdaki kuvvet sonucunun STF (cm) ile hesaplanabilmesi amacıyla oluşturulan modelin

güvenirlilik oranı %14,2 ($R^2 = 0,142$) olarak belirlendi. Ayrıca ele edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyi ve katsayılarının önemsiz olduğu tespit edildi ($p>0,05$).

Tablo 4.37. DT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenirliliği

180°/sn İR	HKO	R ²	R ² adj.	p
Model 1	61,406	0,626	0,538	0,001
Model 2	103,00	0,262	0,225	0,015
180°/sn ER	HKO	R ²	R ² adj.	P
Model 1	50,561	0,472	0,348	0,022
Model 2	69,814	0,142	0,099	0,084

* $p<0,05$; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; R² : R square; R² adj.: adjusted R square

DT tarafta 180°/sn İR-ER fazda elde edilen kuvvet değerlerinin FPT'lerin kullanılması ile hesaplanabilmesi adına ortaya koyulan modellerdeki güvenirlilik düzeyleri Tablo 4.37'de sunulmuştur.

Tablo 4.38. NDT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi

Model 1 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	57,088	24,589	-2,322	0,033	
STF (cm)	0,086	0,023	3,709	0,002	1,141
MŞT (sayı)	0,889	0,283	3,149	0,106	1,532
BKA (sn)	0,534	0,256	2,084	0,053	2,162
KST (sayı)	0,759	0,334	-2,276	0,056	2,374
Model 1 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	28,347	17,585	-1,612	0,125	
STF (cm)	0,054	0,017	3,240	0,005	1,141
MŞT (sayı)	0,390	0,202	1,931	0,070	1,532
BKA (sn)	0,087	0,183	0,474	0,642	2,162
KST (sayı)	0,225	0,239	-0,944	0,358	2,374

* $p<0,05$; STF: sağlık topu fırlatma; MŞT: modifiye şınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon.

NDT tarafta 180°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen sonucun FPT'lerle hesaplanması amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta = 0,086$, $p = 0,002$) parametresinde anlamlılık görüldü ($p < 0,05$). Diğerlerinde ise anlamlılığın olmadığı görüldü ($p > 0,05$). NDT tarafta 180°/sn açısal hızda ER fazda kaydedilen sonucun FPT'lerle tahmin edebilmek adına gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta = 0,054$, $p = 0,005$) değerinde anlamlılığın olduğu ($p < 0,05$), diğerlerinde ise anlamlılığın olmadığı görüldü ($p > 0,05$).

Tablo 4.39. NDT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi

Model 2 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	13,972	26,071	-0,536	0,598	
STF (cm)	0,057	0,028	2,059	0,053	1,000
Model 2 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	13,260	14,985	-0,885	0,387	
STF (cm)	0,045	0,016	2,840	0,010	1,000

STF: sağlık topu fırlarma; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta.

NDT tarafta 180°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin güvenilirliği %17,5 ($R^2 = 0,175$) olarak belirlendi. Ayrıca ele edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyi ve katsayılarının önemsiz olduğu tespit edildi ($p > 0,05$). NDT tarafta 180°/sn açısal hızda ER fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin güvenilirliği %28,7 ($R^2 = 0,287$) olarak belirlendi. Ayrıca elde edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyi ve katsayılarının önemli olduğu görüldü ($p < 0,05$). Modelde $\hat{Y} = 13,260 + 0,045 \cdot \text{STF (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %28,7 güvenilirlik oranıyla 180°/sn ER parametresini sunmaktadır. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın ER fazda 180°/sn açısal hız değerini $\beta = 0,045$ arttıracığı görüldü.

Tablo 4.40. NDT 180°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği

180°/sn İR	HKO	R²	R² adj.	p
Model 1	66,046	0,573	0,473	0,004
Model 2	108,571	0,175	0,134	0,053
180°/sn ER	HKO	R²	R² adj.	p
Model 1	33,780	0,430	0,295	0,039
Model 2	35,869	0,287	0,252	0,010

* $p < 0,05$; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; R^2 : R square; R^2 adj.: adjusted R square

NDT tarafta 180°/sn İR-ER fazda elde edilen kuvvet değerlerinin FPT'lerin kullanılması ile hesaplanabilmesi adına ortaya koyulan modellerdeki güvenilirlik düzeyleri Tablo 4.40'de sunulmuştur.

Tablo 4.41. DT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi

Model 1 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	63,319	23,468	-2,698	0,015	
STF (cm)	0,086	0,022	3,906	0,001	1,141
MŞT (sayı)	1,031	0,270	3,824	0,001	1,532
BKA (sn)	0,204	0,244	0,834	0,416	2,162
KST (sayı)	0,521	0,318	-1,635	0,120	2,374
Model 1 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	41,239	20,611	-2,001	0,062	
STF (cm)	0,063	0,019	3,243	0,005	1,141
MŞT (sayı)	0,636	0,237	2,687	0,016	1,532
BKA (sn)	0,253	0,215	1,180	0,254	2,162
KST (sayı)	0,460	0,280	-1,646	0,118	2,374

*p<0,05; STF: sağlık topu fırlarma; MŞT: modifiye sınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta; IR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon.

DT tarafta 240°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen sonucun FPT'lerle hesaplanabilmesi amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta=0,086$, $p=0,001$) ve MŞT (sayı) ($\beta=1,031$, $p=0,001$) parametresinde anlamlılığın olduğu ($p<0,05$), diğerlerindeyse anlamlılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$). DT tarafta 240°/sn açısal hızda ER fazda elde edilen sonucun FPT'lerle hesaplanabilmesi amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta=0,063$, $p=0,005$) ve MŞT (sayı) ($\beta=0,636$, $p=0,016$) parametresinde anlamlılığın olduğu ($p<0,05$), diğerlerindeyse anlamlılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.42. DT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi

Model 2 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	21,399	25,226	-0,848	0,406	
STF (cm)	0,065	0,027	2,408	0,026	1,000
Model 2 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	14,257	19,578	-0,728	0,475	
STF (cm)	0,046	0,021	2,215	0,039	1,000

STF: sağlık topu fırlarma; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta.

DT tarafta 240°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin güvenilirliği %22,5 ($R^2 = 0,225$) olarak belirlendi. Ayrıca elde edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemli olduğu görüldü ($p<0,05$). Modelde $\hat{Y} = 21,399 + 0,065 \cdot \text{STF (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %22,5 güvenilirlik oranıyla 240°/sn İR sonucunu sunmaktadır. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın ER fazda 240°/sn açısal hız değerini $\beta=0,065$ birim arttıracak görüldü. DT tarafta 240°/sn açısal hızda ER fazda

elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin güvenilirliği %19,7 ($R^2 = 0,197$) olarak belirlendi. Ayrıca elde edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemli olduğu görüldü ($p < 0,05$). Modelde $\hat{Y} = 14,257 + 0,046 * STF$ (cm) formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %19,7 güvenilirlik oranıyla 240°/sn ER sonucunu sunmaktadır. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın Er fazda 240°/sn açısal hız değerini $\beta = 0,046$ birim arttıracak görüldü.

Tablo 4.43. DT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği

240°/sn İR	HKO	R ²	R ² adj.	p
Model 1	60,160	0,610	0,518	0,002
Model 2	101,648	0,225	0,186	0,026
240°/sn ER	HKO	R ²	R ² adj.	p
Model 1	46,403	0,483	0,361	0,019
Model 2	61,225	0,197	0,157	0,039

* $p < 0,05$; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; R² : R square; R² adj.: adjusted R square

DT tarafta 240°/sn İR-ER fazda elde edilen kuvvet değerlerinin FPT'lerin kullanılması ile hesaplanabilmesi adına ortaya koyulan modellerdeki güvenilirlik düzeyleri Tablo 4.43'de sunulmuştur.

Tablo 4.44. NDT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin üst FPT'ler ile regresyon analizi

Model 1 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	44,916	21,081	-2,131	0,048	
STF (cm)	0,072	0,020	3,641	0,002	1,141
MŞT (sayı)	0,727	0,242	2,999	0,008	1,532
BKA (sn)	0,514	0,220	2,342	0,032	2,162
KST (sayı)	0,689	0,286	-2,410	0,028	2,374
Model 1 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	26,887	16,614	-1,618	0,124	
STF (cm)	0,052	0,016	3,337	0,004	1,141
MŞT (sayı)	0,404	0,191	2,118	0,049	1,532
BKA (sn)	0,188	0,173	1,084	0,249	2,162
KST (sayı)	0,366	0,225	-1,625	0,122	2,374

* $p < 0,05$; STF: sağlık topu fırlatma; MŞT: modifiye sınav; BKA: bükülü kol asılı kalma; KST: kapalı kinetik zincir stabilizasyon; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon.

NDT tarafta 240°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen sonucun FPT'lerle hesaplanması amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta = 0,072$, $p = 0,002$) değerinde, MŞT (sayı) ($\beta = 0,727$, $p = 0,008$) değerinde, BKA (sn) ($\beta = 0,514$, $p = 0,032$) değerinde ve KST (sayı) ($\beta = -0,689$, $p = 0,028$) değerinde anlamlı sonuç görüldü ($p < 0,05$). NDT tarafta 240°/sn açısal hızda ER fazda elde edilen sonucun

FPT'lerle hesaplanması amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; STF (cm) ($\beta = 0,052$, $p=0,004$) ve MŞT (sayı) ($\beta = 0,404$, $p=0,049$) parametrelerinde anlamlılığın olduğu ($p<0,05$), diğerlerinde ise anlamlılığın olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Tablo 4.45. NDT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin STF ile tahmin edilmesi

Model 2 (İR)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	8,223	22,431	-0,367	0,718	
STF (cm)	0,047	0,024	1,950	0,065	1,000
Model 2 (ER)	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	11,680	14,747	-0,792	0,438	
STF (cm)	0,041	0,016	2,620	0,016	1,000

STF: sağlık topu fırlama; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta.

NDT tarafta 240°/sn açısal hızda İR fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin güvenilirliği %16 ($R^2 = 0,160$) olarak belirlendi. Ayrıca elde edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemsiz olduğu görüldü ($p>0,05$). NDT tarafta 240°/sn açısal hızda ER fazda elde edilen değerlerin STF (cm) değeriyle hesaplanabilmesi için yapılan modelin modelin güvenilirliği %25,6 ($R^2 = 0,256$) olarak belirlendi. Ayrıca elde edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemli olduğu görüldü ($p<0,05$). Modelde $\hat{Y} = 11,680 + 0,041 \cdot \text{STF (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %25,6 güvenilirlik oranıyla 240°/sn ER parametresini sunmaktadır. STF (cm) değerinde görülen birimlik artışın ER fazda 240°/sn açısal hız değerini $\beta=0,041$ birim arttıracak görüldü.

Tablo 4.46. NDT 240°/sn İR-ER kuvvetlerinin FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği

240°/sn İR	HKO	R²	R² adj.	p
Model 1	48,544	0,569	0,467	0,005
Model 2	80,370	0,160	0,065	0,065
240°/sn ER	HKO	R²	R² adj.	p
Model 1	30,150	0,451	0,322	0,030
Model 2	34,739	0,256	0,218	0,016

* $p<0,05$; İR: internal rotasyon; ER: eksternal rotasyon; R^2 : R square; R^2 adj.: adjusted R square

NDT tarafta 240°/sn İR-ER fazda elde edilen kuvvet değerlerinin FPT'lerin kullanılması ile hesaplanabilmesi adına ortaya koyulan modellerdeki güvenilirlik düzeyleri Tablo 4.46'de sunulmuştur.

Tablo 4.47. DT tarafta alt FPT kuvvetlerinin üst FPT'lerden MŞT ile regresyon analizi

Model 1	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	17,890	19,296	-0,927	0,368	
TAA (cm)	0,069	0,125	-0,558	0,584	4,187
ÜAA (cm)	0,024	0,038	0,630	0,538	2,591
ÇA (cm)	0,016	0,023	-0,697	0,496	1,226
MRA (cm)	0,224	0,078	2,892	0,011	2,715
MTÜA (cm))	0,049	0,028	1,738	0,101	2,966

*p<0,05; TAA: tek adım atlama; ÜAA: üç adım atlama; ÇA: çapraz atlama; MRA: medial rotasyon atlama; MTÜA: medial tarafa üç adım atlama; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta

Üst FPT'lerden MŞT ile ortaya çıkan kuvvet değerinin alt FPT'lerden ortaya çıkan kuvvet değerleriyle tahmin edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen regresyon analizine göre; MRA (cm) ($\beta= 0,224$ p=0,011) parametresindeki sonuç anlamlıyken (p<0,05), diğerlerinde herhangi bir anlamlılığa rastlanılmadı (p>0,05).

Tablo 4.48. MŞT değerinin DT tarafta MRA değeri ile tahmin edilebilmesi

Model 2	β	Std. Hata	t	p	VIF
Regresyon Sabiti	3,829	8,016	-0,478	0,638	
MRA (cm)	0,262	0,052	5,075	0,000	1,000

STF: sağlık topu fırlatma; Std. Hata: standart hata; VIF: varyans enflasyon faktörü; β : beta

Üst FPT'lerden MŞT (cm)'de ortaya çıkan kuvvet değerinin DT taraftaki alt FPT'lerden MRA (cm) değeri ile tahmin edilebilmesi için yapılan modelin güvenilirlik oranı %56,3 ($R^2 = 0,563$) olarak belirlendi. Ayrıca elde edilmiş olan bu modelin anlamlılık düzeyinin ve katsayılarının önemli olduğu görüldü (p<0,05). Modelde $\hat{Y} = 3,829 + 0,262 * \text{MRA (cm)}$ formülünün uygulanmasıyla elde edilen sonuç %56,3 güvenilirlik oranıyla MŞT test sonucunu sunar. MRA (cm) değerinde görülen birimlik artışın MŞT değerini $\beta=0,262$ birim arttıracığı görüldü.

Tablo 4.49. MŞT değerini DT alt FPT'ler ile tahmin modellerinin güvenilirliği

MŞT (cm)	HKO	R^2	R^2 adj.	p
Model 1	23,048	0,709	0,618	0,001
Model 2	27,699	0,563	0,541	0,000

*p<0,05; R^2 : R square; R^2 adj.: adjusted R square

Üst FPT'lerden MŞT (cm)'de elde edilen kuvvet değerlerinin DT tarafta alt FPT'lerin kullanılmasıyla hesaplanabilmesi adına ortaya konulan modellerdeki güvenilirlik düzeyleri Tablo 4.49'de sunulmuştur.

5. TARTIŞMA

Araştırmaya 18-29 yaşlarında Türkiye Süper Liginde ve 1. Liginde oynayan, Diz ve omuz bölgesinde ciddi sakatlık öyküsü bulunmayan, en az 6 en çok 18 yıldır aktif spor yapan ve düzenli antrenman yapan 22 erkek sporcu gönüllü olarak katıldı. Deneklere üst ekstremit (omuz) kuvvetini belirlemeye yönelik olarak dört adet FPT (STF, MŞT, KST, BKA) ve DT-NDT taraflara 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn'lik omuz İR-ER izokinetik kuvvet testleri uygulandı. Deneklere alt ekstremit (diz) kuvvetini belirlemeye yönelik olarak DT ve NDT taraflarda beş adet FPT (TAA, ÜAA, ÇA, MRA, MTÜA) ve 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn'lik izokinetik diz Eks-Flek kuvvet testleri uygulandı.

5.1. Tanımlayıcı İstatistikler

En somut şekliyle performans; bir sporcunun fiziksel, fizyolojik ve psikolojik açıdan sergilediği verimdir ve birçok (iç/dış) koşuldan etkilenir. İlgilendikleri spor branşı özelinde sporcuların maksimum performans limitlerine erişmesi adına en temel koşulların başında (tek başına yeterli olmasa da) fiziksel özellikler gelir (Kuter ve Öztürk, 1997; Zorba vd., 2014). Boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi (VKİ) fiziksel özelliklerin ana bileşenleri olarak kabul edilmektedir (Kalyon, 1990). Elit düzey hentbolcular özelinde gerçekleştirilen yerli/yabancı kaynaklar incelendiğinde, bu çalışmadaki denek grubunun fiziksel özellikleri ile benzeştiği görülmektedir (Aktuğ vd., 2017; Granados vd., 2008; Nikolaidis ve Ingebrigtsen, 2013; Póvoas vd., 2012; Yıldırım ve Özdemir, 2010; Zorba vd., 2014). Bu açıdan bakıldığında çalışmamızdaki denek grubumuzun elit düzey hentbolcu popülasyonunu temsil ettiği söylenebilir.

5.2. Alt Ekstremit FPT ve İzokinetik Testlerin Değerlendirilmesi

Uygulanış bakımında zor, pahalı ve uzmanlık gerektiren izokinetik kuvvet ölçüm yöntemleri ile nispeten kolay uygulanabilen ve ekonomik olan FPT' ler bilim insanları tarafından oldukça sık kullanılan güvenli ve geçerli yöntemlerdir (Bourke vd., 2012; Fisher vd., 2017; Hamilton vd., 2008; Hartingen vd., 2012; Logerstedt vd., 2012; Myer vd., 2009). Her iki kuvvet ölçüm yönteminin kendine has avantaj ve dezavantajları olsa da kullanılış amaçları benzerlik göstermektedir. Zira bu testler bireylerin sahip oldukları kuvvet düzeylerini, sakatlık eğilimlerini ve DT-NDT taraflardaki sahip olunan kuvvet simetri/asimetri parametrelerini belirlemek için kullanılır. Çalışmanın bu bölümünde deneklerin alt ekstremit (diz) izokinetik kuvvet

testleri ve alt FPT' ler ile belirlenen ölçüm sonuçları ve bu sonuçlar arasındaki ilişki incelendi.

Araştırmamızda deneklerin diz kuvvetlerini belirlemek üzere yapılan Eks ve Flek fazda izokinetik diz kuvvetlerinin DT-NDT taraflardaki karşılaştırmalar irdelendiğinde; izokinetik diz kuvvetlerinin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızların Eks ve Flek fazlarında DT ve NDT taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi (Tablo 4.2). Literatüre bakıldığında hentbolcular üzerinde yapılan ve izokinetik diz kuvvetini konu alan birçok araştırma bulgusunun çalışmamız ile benzer sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir (Aktuğ vd., 2018; Bonetti vd., 2017; Wiprich vd. 2022). González-Ravé vd. (2014) İspanya hentbol ligindeki 20 elit erkek hentbolcu üzerinde gerçekleştirdikleri ve 60°/sn ile 180°/sn açısal hızlarda izokinetik diz Eks ve Flek kuvvetlerini ölçtükleri çalışmada DT ve NDT taraflardaki Eks ve Flek izokinetik diz kuvvetleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığını bulmuşlardır. Öte yandan sadece hentbol branşında değil diğer spor branşları özelinde yapıp aynı sonucu destekleyen çalışmalarda mevcuttur Örneğin, Zakas (2006) 42 erkek futbolcuda 60°/sn ile 180°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvetlerini incelediği çalışmasında benzer şekilde DT ve NDT taraflardaki izokinetik Eks-Flek diz kuvvetleri arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmiştir. Hentbol dışındaki spor branşları özelinde yapılan bazı araştırmalar sporcuların DT ve NDT taraflarda Eks ve Flek fazlarda ürettikleri kuvvet parametrelerinin DT taraf lehine olabileceğini hipotezlemiş olsalar da (Daneshjoo vd., 2013; Fousekis vd., 2010), hentbol branşında oldukça yoğun kullanılan ve büyük oranda NDT taraf ile yapılan sıçrama aksiyonlarının NDT taraftaki kuvvet potansiyelini arttırdığı ve dolayısıyla DT taraf ile anlamlı farklılıkların ortaya çıkmasının önüne geçtiği söylenebilir. Bu durum aynı zamanda hentbolcuların sakatlık eğilimleri ile ilgili de yakından ilişkilidir. Çünkü bilateralde agonist ve antagonist kasları arasındaki (H/Q), kontralateralde ise aynı kasların ürettikleri güç düzeyleri arasındaki farklılıklar (Q/Q-H/H) sporcuların sakatlık eğilimlerini belirlemek adına en önemli parametrelerdir (Maly vd., 2017).

Literatürde ekstremitelerin asimetrik gücü, benzer kasılma türlerinde sağ ve sol quadriceps (Q/Q) ile hamstringler (H/H) arasındaki ve bilateralde Hamstring/Quadriceps (H/Q) arasındaki eşit olmayan güç olarak tanımlanmaktadır (Keeley vd., 2011). H/Q oranı farklı açısal hızlarda %50-80 arasında farklılıklar gösterse de 60°/snaçısal hızda %60 oran normal olarak kabul görmektedir ve Q ve H kaslarının arasındaki güç farkının %10-15'i aştığında iki taraf arasındaki asimetrik

gücün oluştuğu ve sporcunun yaralanma riskinin yüksek olduğu kabul edilir (Elliot, 1994). Bazı araştırmacılara göre ise bu oran %20 olarak ileri sürülmüştür (Kannus, 1978). Bu bilgiler ışığında araştırmamızda deneklerin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflarda oluşan H/Q oranlarının incelendiğinde, DT ve NDT taraflardaki H/Q oranlarında 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi ($p<0,05$). Anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu ortaya çıkarmak adına yapılan Post-Hoc test sonuçlarına göre; 240°/sn açısal hızdaki DT ve NDT tarafların H/Q oranları ile 180°/sn açısal hızdaki NDT tarafın H/Q oranının 60°/sn açısal hızda DT ve NDT taraf H/Q oranlarından anlamlılık düzeyinde yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4.10). Görüldüğü üzere H/Q oranlarında farklı açısal hızlarda DT ve NDT arasında anlamlı farklılıklar söz konusu olsa da bu farklılıklar literatürdeki belirtilen makul oranlar içerisinde yer almakta olduğu görülmektedir. Yani deneklerin bilateraldeki agonis/antagonist kaslarının ürettiği güç düzeyleri arasında asimetrik güç oluşmamıştır. Dolayısıyla bu sonuç normal koşullarda sporcuların sakatlık eğilimlerini arttıracak asimetrik kuvvetlere sahip olmadıklarını göstermiştir. Öte yandan sporcuların sakatlık eğilimlerinin bir diğer yordayıcısı kontralateraldeki Q/Q ve H/H oranları olduğu için çalışmada deneklerin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvetlerinin kontralateralde Q/Q ve H/H oranları karşılaştırılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre; 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda bilateralde Q/Q ve H/H oranları arasında herhangi bir anlamlılık tespit edilmedi (Tablo 4.11). Bu sonuç da kontralateralde benzer kas gruplarının benzer kuvvet ürettiklerini ve asimetrik gücün ortaya çıkmadığı için deneklerin normal şartlarda yaralanma eğilimlerinin olmadığını göstermektedir. Bu yüzden araştırmada yer alan hentbolcuların gerek bilateralde ve gerekse de kontralateraldeki kuvvet oranları dikkate alındığında DT ve NDT taraflardaki kuvvetlerinin benzeştiği ve hentbolun doğası gereği NDT tarafın sıçrama formlarında oldukça yoğun bir şekilde kullanıldığı için DT taraf kuvveti ile anlamlı farklılıkların ortaya çıkmasının engellendiği söylenebilir.

Araştırmada deneklerin diz kuvvetlerini belirlemek üzere yapılan alt FPT test sonuçlarının DT ve NDT taraflardaki karşılaştırmaları incelendiğinde; alt FPT'lerden TAA ($t=-2,422$; $p=0,025$) ve MRA ($t=-2,215$; $p=0,038$) test sonuçlarında DT ve NDT taraflar arasında NDT taraf lehine anlamlı farklılıklar tespit edildi ($p<0,05$). Öte yandan ÜAA ($t=-0,916$; $p=0,370$), ÇA ($t=0,262$; $p=0,796$) ve MTÜA ($t=-1,683$; $p=0,107$) test sonuçlarında DT ve NDT taraf arasında farklılıklar söz konusu olsa da bu

farklılıkların anlamlı olmadığı görüldü (Tablo 4.9). TAA ve MRA testlerindeki ortaya çıkan anlamlı farklılık beklentiler dahilinde gerçekleştiği söylenebilir. Çünkü hentbolun özellikle hücum yönü tek adımla yapılan sıçrayarak atış formlarının yoğun olarak uygulandığı bir spor branşıdır. Ve bu sıçramalar yüksek oranda NDT taraf ile gerçekleştirilmekte olduğundan kontralateral karşılaştırmalarda anlamlı farklılıkların ortaya çıkması -TAA testi ile de desteklendiği üzere- olağandır. Öte yandan MRA testi tek ayak ile vücudun 90° rotasyonu ile gerçekleştiriliyor olması da hentbol saha oyuncularının aldatma ve birebir geçiş sonrasındaki NDT taraf ile yapılan sıçrayarak atış formu ile oldukça benzeşmektedir. Zira pivot oyuncular hariç pozisyon farketmeksizin hentbolcular aldatma ve geçiş sürecinde genellikle, ilk adımlarında NDT tarafa aldatma ve ikinci adımlarını DT tarafa geçiş yaptıktan hemen sonrasında üçüncü adımında NDT taraf ile kalçaya rotasyon yaptırarak sıçrar ve atışını gerçekleştirir. Pivot oyuncusu ise pozisyonu gereği kaleye sırtı dönük olarak aldığı pasları yine rotasyon hareketi gerçekleştikten sonraki yaptığı sıçramalar ve ya düşüşler ile atış yapmak zorundadır ve bu yüzden diğer oyuncular gibi pivot oyuncularının da NDT tarafa yaptığı rotasyon sonrası sıçrama becerilerinin DT tarafa göre daha nitelikli olması beklenen bir durumdur. Nitekim literatürde araştırma sonucunda olduğu gibi FPT’lerde DT ve NDT taraflar arasında anlamlı farklılıkların olduğu araştırmalar mevcuttur (Bojic vd., 2015; Matthys vd., 2013; Kabadayı vd., 2020). Bunun yanında hentbol ve ya farklı spor branşlarından deneklerin katılımı ile gerçekleştirilen ve FPT’lerde DT ve NDT taraflar arasında anlamlı farklılıkların olmadığını ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Akdemir vd., 2022; Yılmaz, 2019). Fakat bu çelişkinin deneklerin yaşlarının, alt uzuv uzunluklarının, fiziksel hazırlık süreçlerinin, motivasyonel hazırbulunuşluklarının ve ya spor branşlarının sahip olduğu kondisyonel özelliklerinin denek grubumuzdan farklı olması sebebiyle ortaya çıktığı söylenebilir. FPT’ler ve izokinetik kuvvet ölçüm yöntemleri sağlıklı ve/veya ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yaşayan bireylerin alt ekstremitte kuvvetleri belirlemek için oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Literatürde alt ekstremitte FPT’lerin izokinetik diz kuvveti ile arasında bir ilişki olup olmadığını ve varsa bu ilişkilerin hangi testler ve hangi açısal hızlarda gerçekleştiğini belirlemek üzere yapılan birçok çalışma mevcuttur (Delvaux vd., 2020; Jones vd., 2010; Sueyoshi vd., 2017; Vassis vd., 2020; Wilk vd., 1994). Bu doğrultuda yapılan mevcut çalışmada deneklerin DT ve NDT taraflarda alt FPT değerleri ile Eks-Flek fazlarında ortaya çıkan izokinetik diz kuvvet değerleri arasındaki ilişki incelediğinde; DT ve NDT taraflarda alt FPT’lerden TAA,

ÜAA, ÇA, MRA ve MTÜA test sonuçları ile 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki Eks-Flek izokinetik diz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilemedi (Tablo 4.15). Bu sonucun ortaya çıkmasında, izokinetik kuvvet ölçüm yöntemlerinin yalnızca eklem çevresindeki kasların ortaya koyduğu güç ile ilgilenmesinden ve farklı parametreleri göz ardı ediyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

FPT'ler ile yapılan ölçüm sonuçları yalnızca bireylerin ortaya koydukları güçten değil aynı zamanda koordinasyon, postüral kontrol ve dayanıklılık gibi birçok beceri düzeyinden etkilenmektedir. Ayrıca bu sonucun, izokinetik dinamometrelerin hareket düzeninin ve işlevselliğinin olmamasının ve bu yönü ile hareket formları açısından FPT'ler ile benzeşim kurulamayacağından dolayı ortaya çıktığı da söylenebilir. Literatürde çalışma sonucumuz ile benzerlik gösteren araştırmalar mevcuttur (Akdemir vd., 2022; Barfod vd., 2018; Kovaleski vd., 2001; Tsikanos vd., 2002; Vassis vd., 2020). Ostenberg vd. (1998) 101 bayan futbolcu üzerinde beş farklı FPT ve 60°/sn ile 180°/snaçısal hızlarda diz ekstansör kuvvet parametreleri üzerinde yaptıkları araştırmalarında FPT'lerden TAA ve ÜAA arasındaki yüksek düzeyli ilişkiyi bularak ($r=0,77$, $p<0,001$) birbirleri yerine kullanılabileceğini fakat aralarında anlamlı korelasyon bulamadıkları için izokinetik kuvvet testleri ile FPT'lerin birbirleri yerine kullanılamayacağını ifade etmişlerdir. Öte yandan bazı araştırma sonuçları mevcut çalışma sonuçları ile çelişmektedir (Lossifidou vd., 2005; Sueyoshi vd., 2017; Wilk vd., 1994). Bu durumun birçok sebep ile gerçekleştiği söylenebilir. Örneğin bu ve benzer çalışmalarda denek gruplarının fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin, spor branşlarının ve/veya yaş gibi kuvvet ile yakından ilişkili değişkenlerin mevcut çalışmadaki denek grubundan farklı olması söylenebilir. Ayrıca FPT'ler ile izokinetik ölçüm sonuçları arasında her ne kadar anlamlı korelasyon bulmuş olsalar da bu ilişkinin ya düşük ya da orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar arasında genellikle "Dikey Sıçrama Testi" (DS) ile izokinetik kuvvet testleri arasında yüksek korelasyona rastlanıldığı bilirmiştir ki mevcut çalışmamızda FPT'lerden DS testi kullanılmamıştır. Ayrıca DS ile mevcut çalışmada kullanılan FPT'ler arasında hareket form farklılıkları söz konusudur. Nitekim TAA, ÜAA, ÇA, MRA ve MTÜA testlerinde öne doğru gerçekleştirilen bir hareket söz konusu iken DS testinde deneğin postür kontrolü ile yerden vertikal olarak yükselmesi ve yere inişi söz konusudur. Dolayısıyla bu testlerin gerçekleştirilmesinde farklı parametrelerin söz konusu olduğu söylenebilir (Ostenberg, 1998). Öte yandan daha önce de belirtildiği üzere bu tür

alışmalar sadece sağlıklı bireyler üzerinde değil aynı zamanda alt ekstremite yaralanma öyküsü olan popülasyon özeline de gerçekleştirilmektedir (Bjorklund vd., 2006; Logerstedt vd., 2012; Keays vd., 2003). Fakat bu çalışmaların sonuçlarında da bir takım farklılıklar göze çarpmaktadır. Nitekim Logerstedt vd. (2012) FPT'lerin doğrudan diz fonksiyonu ile ilgili olamayacağını ifade ederken, Bjorklund vd. (2006) FPT'ler ile izokinetik testler arasındaki korelasyonun anlamlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu yönü ile değerlendirildiğinde de izokinetik kuvvet testleri ile FPT'ler arasındaki ilişkinin çelişkili olduğu ve dolayısıyla Ostenberg vd. (1998) de ifade ettikleri gibi, bu iki testin birbirlerinin yerine kullanılmadan önce FPT'lerin klinik ortamlarda çok daha detaylı bir şekilde analizden geçirilmesinin elzem olduğu söylenbilir.

Başta sporcu popülasyonu olmak üzere tüm hareket ortamlarında bireylerin olası sakatlanma risk durumlarının belirlenmesi yaralanma oranlarını azaltmada oldukça önemlidir. Araştırmacılar bireylerin sakatlık risk faktörlerinin, düşük kuvvet düzeyi ve/ve ya eşli uzuvlar arasındaki kuvvet asimetriyelerinin mevcudiyeti olarak belirtmişlerdir (Agel vd., 2007; Hopper vd., 2008). Bu yüzden diz kuvvetini belirlemeye yönelik olarak yapılan tek uzuvlu sıçrama testleri araştırmacılara sağladığı tek uzuv simetri indeksi (USİ) ve dolayısıyla eşli uzuvlar arasındaki asimetri oranları sayesinde sakatlık ihtimalleri hakkında yorum yapma imkanı sunar. Zira literatürde birçok araştırmacı %85'in altındaki simetri oranlarının sakatlık riskini yükselttiğini savunmuşlardır (Barber vd., 1990; Ostenberg vd., 1998; Robinson ve Nee, 2007; Souza ve Powers, 2009). Bu bilgiden hareketle mevcut çalışmada deneklerin DT ve NDT taraflarda Eks ve Flek fazlarda 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet değerleri ile alt FPT değerlerinde ortaya çıkan asimetri oranları karşılaştırılmış olup, Eks ve Flek fazlarda 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet testlerinde ve alt FPT'lerde ortaya çıkan asimetri indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlılığın olmadığı görülmüştür (Tablo 4.14). Literatürde alışma sonuçlarına benzer şekilde sağlıklı bireyler ve ya sporcular üzerinde yapılan birçok çalışmaya rastlanılmaktadır (Dingenen vd., 2019; Madsen vd., 2020; Munro vd., 2011). Bu araştırmalarda da mevcut çalışma bulguları gibi tüm alt ekstremite kuvvet ölçümlerinde uzuv simetri indekslerinin %±10-15 aralığında olduğu ve dolayısıyla bu oranların makul sayılabileceği ileri sürülmüştür. Buradan hareketle çalışma grubumuzda yer alan elit düzey hentbolcuların alt ekstremite özeline uzuv simetri indeksleri normal seviyede olduğu yani eşli uzuvlar arasındaki kuvvet

dengeşizliği gibi bir sakatlık faktörünün çalışma grubumuz için anlamlı olmadığı söylenebilir.

5.3. Üst Ekstremitte FPT ve İzokinetik Testlerin Değerlendirilmesi

Son yıllarda hentbol branşı özelinde uygulamaya koyulan dinamik oyun kurallarının hentbolu oldukça zor ve güçlü bir spor branşı haline getirdiği düşünölmektedir (Vila vd., 2022). Doğasında yer alan aşırı vücut teması ile dinamik oyun kurallarının birleşimi, hentbolcuların kuvvet gereksinimlerini oldukça yükseltmiştir (Wagner vd., 2014). Ayrıca hentbolda başarı için en önemli becerilerden biri atış becerisidir ve atış becerisini etkileyen en önemli faktör ise üst ekstremitte kuvvetidir (Jöris vd., 1985). Bu yüzden aktif hentbol sezonunun öncesinde, sürecinde ve sonrasında sporcuların kuvvet parametrelerinin ölçölmesi, takip edilmesi ve yorumlanması optimum performansa ulaşmak adına oldukça önemlidir (Bragazzi vd. 2020). Çalışmanın bu bölümünde deneklerin üst ekstremitte (omuz) izokinetik kuvvet ölçüm sonuçları, üst FPT kuvvet ölçüm sonuçları ve bu sonuçlar arasındaki ilişki incelendi.

Deneklerin izokinetik omuz kuvvetlerini belirlemek üzere yapılan izokinetik omuz İR ve ER fazdaki test sonuçlarının DT ile NDT taraflardaki karşılaştırılma sonuçlarına göre; izokinetik omuz kuvvet değerlerinin İR ve ER fazlardaki tüm açısız hızlarda DT ve NDT taraflar arasında DT taraf lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (Tablo 4.1). Literatürde bu sonuç ile uyumlu bir çok çalışma mevcuttur (Silva vd., 2006; Wang vd., 2000; Yıldız vd., 2006). Andrade vd. (2010)'nin 27 bayan hentbolcu üzerinde yaptıkları araştırmalarında DT ve NDT taraflarda İR ve ER izokinetik kuvvet ölçümleri gerçekleştirmişler ve sonuç olarak DT taraf rotator manşet kaslarının NDT tarafa göre anlamlı düzeyde yüksek bulmuşlardır. Bu sonucun çoğu hentbol oyuncusunun sezon boyunca düzenli olarak yaptığı antrenmanlarda güçlü atışlar yapabilmek adına bir kolunu baskın olarak kullanmasından ve atış kolunu farklı ekipmanlar kullanarak sürekli geliştirme eğiliminde olmalarından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Bunun yanı sıra sadece atışlar esnasında değil aynı zamanda antrenmanlarda ve maçlarda kullanılan tüm pas tekniklerinde hentbolcular baskın kollarını kullandıklarından dolayı DT taraf kuvvet gelişimi NDT tarafa göre yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. Bu durum beraberinde bir takım sorunların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Zira bilateralde İR/ER, kontralateralde ise eş kas grupları arasındaki İR/İR ve ER/ER kuvvet asimetri oranlarının makul seviyelerin üzerinde farklılaşması sporcuların yaralanmalarına sebep olabilir. Özellikle baş üstü

fırlatma aksiyonu yaralanma açısından yüksek risk oluşturmaktadır (Abrams vd., 2012; Clarsen vd., 2014; Dines vd., 2015; Eduard vd., 2013). Öyleki çalışmalar branşlara göre yaralanma oranlarının voleybol için %2,1-42, tenis için %4-17 ve hentbol branşı için %28 in üzerinde olduğunu göstermektedir ve bu veriler omuz sakatlıklarının başta hentbol olmak üzere tüm baş üstü fırlatma aksiyonlarının yoğun olarak uygulandığı spor branşlarında en yaygın yaralanmalardan biri yapar (Eduard vd., 2013). Omuz sakatlığı aksiyon anında gerçekleşen ani bir tramva sonrası, skapular diskinezi gibi risk faktörlerinin yanı sıra daha yaygın olarak benzer kas grupları arasındaki asimetrik kuvvet durumlarının mevcudiyetinden kaynaklanmaktadır (Clarsen vd., 2014; Hjelm vd., 2012; Reeser vd., 2006). Bu yüzden hentbol branşı özelinde rehabilitasyon ve yaralanma önleme programlarına veri sunabilmesi için sporcuların agonist-antagonist kas kuvvet asimetriteri ve her iki taraftaki benzer kas grupları arasındaki asimetrik kuvvet durumlarının da takip edilmesi önem arz etmektedir. Mevcut çalışmada deneklerin 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda izokinetik omuz kuvvetlerinin DT ve NDT taraflardaki oluşan İR/ER oranlarının karşılaştırılması incelendiğinde, DT ve NDT taraflardaki İR/ER oranlarında 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda farklılıkların olduğu fakat bu farklılaşmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi (Tablo 4.12). Bu durum çalışmada yer alan hentbolcuların bilateralde agonist-antagonist kas grupları arasında sakatlık ihtimalinin yüksek düzeyde oluşmadığını ve kuvvet farklılıklarının makul seviyede olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde kontralateraldeki benzer kas grupları arasında asimetrik gücün oluşup oluşmadığının belirlenmesi adına deneklerin İR ve ER fazlarda 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik omuz kuvvet değerlerinin İR/İR ve ER/ER oranları karşılaştırıldı ve ortaya çıkan sonuçlara göre; 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda kontralateralde İR/İR ve ER/ER oranları arasında herhangi bir anlamlılık tespit edilmedi (Tablo 4.13). Bu durumda kontralateralde benzer kas gruplarının benzer kuvvet ürettiğini ve deneklerin normal şartlarda sakatlık ihtimallerinin olmadığı söylenebilir. Fakat takım hentbolunun sadece hücum değil aynı zamanda savunma yönünün olduğu ve sporcuların rakibi durdurmak adına DT ve NDT tarafların birlikte işe koşulduğu göz önüne alındığında bilateraldeki ve kontralateraldeki kuvvet asimetri oranlarının sadece makul oranların içinde olmasının (%±10-15) sakatlığı önlemek adına yeterli olmayabileceği göz ardı edilmemelidir. Çünkü vücut temasının çok olduğu hentbolun savunma formatında çoğu zaman sporcuların NDT taraftaki kolları ile rakibin DT taraftaki kolları karşı

karşıya geldiğinden dolayı kontralateraldeki düşük asimetrik güç oranları bile sporcuların yaralanmasına sebep olabilir. Bu yüzden yüksek yoğunluklu üst ekstremité aktivasyonunun gerçekleştiği hentbol branşında sporcuların sadece güçlü atışlar gerçekleştirmek adına DT tarafın gelişimini önceleyip NDT taradı göz ardı etmemeleri hem optimum performans hem de sakatlıktan korunma adına oldukça önemlidir (Andrade vd., 2010).

İzokinetik kuvvet ölçümlerinin yanı sıra araştırmacılar uygulanabilirliği yüksek FPT'leri çalışmalarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar. Çünkü sporcuların açık ve kapalı kinetik zincirde performans göstermelerinin elzem olduğu ve bu yüzden fonksiyonel performans tarama testlerinin sporcuların tarama programının bir parçası olması gerektiği düşünülmektedir. Öte yandan alt ekstremité için fonksiyonel performans testleri kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve sporcuları sezon öncesinde ve içinde diyognastik/formatif değerlendirmeler için ve ya sakatlık sonrası spora geri dönüş zamanına karar vermek için yoğun şekilde kullanılmaktadır. Fakat üst ekstremité FPT'ler oldukça azdır ve özellikle sakatlık önleme programlarına veri sunmak açısından oldukça sınırlıdır. Ancak bu durum üst FPT'lerin araştırmacılar tarafından geliştirilmesi ve hali hazırda geçerli ve güvenilirliği yapılmış FPT'lerin işlevsel hale getirilmesi hentbol gibi üst ekstremité aksiyonlarının yoğun olduğu spor branşları için önemli olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden mevcut çalışmada deneklerin omuz kuvvetlerini belirlemek üzere geçerliği ve güvenilirliği kabul görmüş dört farklı FPT uygulandı. Ortaya çıkan STF (cm) ($x=933,64 \pm 81,73$ cm), MŞT (sayı) ($x= 36,45 \pm 7,77$), BKA (sn) ($x= 29,36 \pm 10,18$ sn) ve KST (sayı) ($x= 41,86 \pm 8,19$) sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.8), elde edilen değerlerin literatürdeki hentbol branşı özelinde yapılan çalışma sonuçlarından yüksek olduğunu gösterdi (Borms ve Cools, 2018; Decleve vd., 2020; Saccol vd., 2021). Bu çalışmalarda araştırmacılar mevcut çalışmadaki üst FPT'lerin de içinde bulunduğu FPT'leri kullanarak voleybol, hentbol ve tenis sporcuları üzerinde baş üstü atletleri işlevsel olarak taramak ve performanslarını farklı demografik bilgiler ışığında kıyaslamak için klinisyenlere norm oluşturmayı amaçladılar. Elde ettikleri norm değerler ile mevcut çalışmadaki veriler karşılaştırıldığında denek grubumuzun sonuçlarının yüksek olması, denek grubumuzun elit düzey hentbolcu evrenini temsil ettiğini göstermektedir.

FPT'ler yaralanma risk faktörlerini saptama ve baş üstü sporcuların üst ekstremité fonksiyonlarını değerlendirmeyi hedefleyen klinik organizasyonlarda yoğun şekilde kullanılmaktadır (Decleve vd., 2021). İzokinetik kuvvet ölçüm

yöntemleri ise uygulanması maliyetli, zor ve uzmanlık gerektirmekte fakat bilgisayar tabanlı olmasından dolayı oldukça objektif veriler sunmaktadır. Kullanım amaçlarının ortak noktaları, FPT'lerin her ortamda kolaylıkla yapılabilmesi ve izokinetik dinamometrelerin ulaşılabilirliğinin çok zor olması her iki yöntemin sonuçları arasındaki ilişkiyi önemli kılmaktadır. Fakat literatür incelendiğinde bu iki yöntem ile gerçekleştirilen araştırma sonuçlarının karşılaştırıldığı ve aralarındaki ilişkinin incelendiği çalışmalar oldukça sınırlı ve çelişkilidir (Degot vd., 2017; Hollstadt vd., 2020; Tucci vd., 2014).

Lee ve Kim (2015) yaptıkları araştırmalarında “Kapalı Kinetik Zincir Stabilizasyon Testi” ile omuz ER gücü arasında pozitif yönlü güçlü korelasyon olduğunu ileri sürerken, bazı araştırmacılar orta ve güçlü korelasyon olduğunu (Decleve vd., 2020) ve ya zayıf ilişki olduğunu (Decleve vd., 2021) ileri sürmüşlerdir. Benzer durum literatürdeki bazı araştırmalar özelinde incelendiğinde MŞT, STF ve BKA testleri için de geçerli olduğunu göstermektedir. Bu çelişki, FPT'lerin ölçüm özelliklerinin yeterli olsa da üst ekstremitte fiziksel performans ile ilişkisinin tam olarak saptanamıyor olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Tarara vd., 2016). Üst ekstremitte FPT'lerin bu ve buna benzer sebeplerden dolayı daha fazla irdelenmesi gerektiğinin düşünülmesinden dolayı mevcut çalışmada deneklerin üst FPT sonuçları ile izokinetik ölçüm sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir.

Deneklerin üst FPT değerleri ile DT ve NDT taraflarda İR-ER fazlarında ortaya çıkan izokinetik omuz kuvvet değerleri arasındaki pearson korelasyon sonuçlarına göre; STF (cm) test sonuçları ile DT tarafta 60°/sn açısal hızda omuz İR ($r= 0,502$) ve ER ($r= 0,499$), 180°/sn açısal hızda omuz İR ($r= 0,511$) ve 240°/sn açısal hızda omuz İR ($r= 0,474$) ve ER ($r= 0,444$) kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon hesaplandı. Ayrıca MŞT test sonuçları ile DT tarafta 180°/sn açısal hızda ER ($r= 0,426$) ve 240°/sn açısal hızda İR ($r= 0,470$) kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edildi. Fakat üst FPT'lerden BKA ve KST test sonuçları ile DT taraftaki 60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda İR-ER izokinetik omuz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilemedi (Tablo 4.16). NDT tarafta yapılan analiz sonuçlarına göre ise; üst FPT'lerden STF test sonuçları ile NDT tarafta 60°/sn açısal hızda omuz İR ($r= 0,503$) ve ER ($r= 0,573$), 180°/sn açısal hızda omuz ER ($r= 0,536$) ve 240°/sn açısal hızda omuz ER ($r= 0,506$) kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon olduğu tespit edildi. Fakat üst FPT'lerden MŞT, BKA ve KST test sonuçları ile NDT taraftaki 60°/sn,

180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki İR-ER izokinetik omuz kuvvet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilemedi (Tablo 4.16).

Borms vd. (2016) 29 sağlıklı baş üstü spor branşları ile ilgilenen sporcular üzerinde STF testi ile 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlardaki İR-ER izokinetik kuvvet testleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, DT tarafta 60°/sn açısal hızda ER fazda ($r=0,794$), İR fazda ($r=0,752$), açısal hızın 180°/sn olduğu ER fazda ($r=0,672$) ve İR fazda ($r=0,738$), NDT tarafta ise 60°/sn açısal hızda ER fazda ($r=0,803$), İR fazda ($r=0,792$), açısal hızın 180°/sn olduğu ER fazda ($r=0,595$) ve İR fazda ($r=0,693$) pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu bulgular STF'nin klinik olarak gerçekleştirilen araştırmalarda üst ekstremitte kuvvetini belirlemek için izokinetik kuvvet testlerine uygulanabilirliği yüksek, düşük maliyetli ve güvenilir bir alternatif olduğunu gösterdi.

Fanning vd. (2021) 39 erkek sporcu üzerinde uyguladıkları 90°/sn açısal hızdaki İR-ER izokinetik kuvvet ve üst FPT'lerden MŞT sonuçlarının ilişkisini inceledikleri çalışmada MŞT ile DT ve NDT taraftaki İR-ER izokinetik kuvvet sonuçları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını belirttiler. Bu sonuç da mevcut çalışma verilerini destekler nitelikte olup MŞT testinin izokinetik kuvvet testlerinin yerine kullanılamayacağını göstermektedir. Bu duruma MŞT testinin kinematik yapı içerisinde rotasyonel bir hareketten ziyade yatay zeminde itme hareketini gerçekleştiriyor olmasından ve yalnızca üst ekstremitte kuvvetinin değil aynı zamanda kalça, uyluk ve diz kuvvetinin de sonuca etki ettiğinden kaynaklandığı söylenebilir. Öte yandan Secchi vd. (2022)'nin yaptıkları araştırmada KST'nin izometrik omuz ER kuvveti ile ilişkisini incelediler ve sonuç itibarıyla KST'nin izokinetik kuvvet testlerini tek başına yordayamayacağı ya da birbirlerinin yerlerine kullanılamayacağını buldular ve mevcut çalışmayı desteklediler. Nitekim KST her ne kadar izokinetik kuvvet testleri gibi kapalı kinetik zincirde yapılıyor olsa da hareketin kinematiği ve zemin reaksiyon kuvvet verileri sonuca etki edebilmekte ve izokinetik kuvvet testlerinin aksine ölçüme hata karıştırabilmektedir.

Sonuç olarak mevcut çalışmada üst FPT'ler ile İR-ER izokinetik kuvvet verileri arasındaki ilişki için; STF testinde elde edilen uzun mesafenin aynı zamanda omuz İR-ER kaslarında yüksek gücün varlığını gösterdiği ve bu testlerin birbirlerine alternatif olabilecekleri söylenebilir. Ayrıca güç ve kuvvet birbirinden farklı değişkenler olsa da güç kuvvet ve hızın bir ürünü olduğundan dolayı STF testi özelinde daha fazla kuvvet

daha fazla güç ile sonuçlanır ve bununla birlikte karşılaştırılabilir korelasyonlara yol açabilir (Borms vd., 2016).

5.4. FPT'ler ve İzokinetik Testlerin İlişkisinin İncelenmesi

Fonksiyonel performans testlerinin en temel kullanım amacı bireylerin bir spor branşı, herhangi bir meslek ve ya rekreatif amaçlı yapılacak bir etkinlik için beklenen katılma yeteneğini tespit etmektir. Bunun yanı sıra özellikle sporcularda olası sakatlık risk faktörlerinin ortaya koyulması ve giderilmesi ve ya sakatlık sonrası spora dönüş için uygun zamanın belirlenmesi için gerekli verilere ulaşmak amacıyla da kullanılmaktadır.

Başarılı bir performans genellikle birden fazla beceriye gereksinim duyduğundan dolayı klinisyen ve ya araştırmacılar tek bir FPT yerine çoklu performans testlerinin kullanılmasını önemli görmektedir (Reiman ve Manoke, 2009). Gerçekleştirilecek çoklu FPT'lerin gelişi güzel gerçekleştirilmiyor olması, amaca uygun, geçerli ve güvenilir olması sonuçların yorumlanmasında isabetli kararlar verilebilmesi için elzemdir. Hangi FPT'nin hangi şartlarda ve ne sıklıkla yapılması gerektiğinin bilinmesi ya da farklı sebeplerle kullanılamayacak FPT'lerin alternatiflerinin bilinmesi hayatidir. Örneğin ön çapraz bağ rekonstrüksiyonundan sonraki birkaç hafta içerisinde cerrahi operasyonun başarısının, operasyon sonrası rehabilitasyon sürecinin ve faaliyetlerinin başarı düzeylerinin belirlenmesi adına FPT yapmak isteyen bir klinisyenin bu amaç için tek bacak sıçrama testlerini kullanması sakıncalıdır. Zira agresif ve zor olan bu test bireyin tekrar sakatlanmasına sebep olabilir. Bu yüzden gerçekleştirilemeyen tek bacak sıçrama testlerinin yerine en uygun alternatif FPT'nin işe koşulması sürecin sağlıklı ilerlemesi adına önemlidir.

Tüm bu bilgilerden yola çıkılarak alt FPT'ler ile üst FPT'ler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi bu konuda oldukça sınırlı olan literatürün geliştirilmesi ve klinisyenlere alternatif üretmesi açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden mevcut çalışmada deneklerin DT ve NDT taraflarda alt FPT değerleri ile üst FPT değerleri arasındaki ilişki incelendi ve analiz sonuçlarına göre; DT tarafta alt FPT'lerden MTÜA değerleri ile üst FPT'lerden STF değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ($r = -0,474$), MŞT değerleri ile pozitif yönde orta düzeyde ($r = 0,664$), alt FPT'lerden TAA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde ($r = 0,655$), alt FPT'lerden ÜAA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT ($r = 0,477$), BKA ($r = 0,463$) ve KST ($r = 0,575$) değerleri ile yönün pozitif olduğu orta düzeyde ve alt FPT'lerden MRA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT ($r = 0,750$) değerleri ile pozitif yönde yüksek düzeyde

korelasyon tespit edildi (Tablo 4.17). NDT tarafta ise; alt FPT'lerden ÜAA değerleri ile üst FPT'lerden MŞT ($r=0,536$), BKA ($r= 0,620$) ve KST ($r= 0,589$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde, alt FPT'lerden ÇA ile üst FPT'lerden MŞT ($r=0,641$), BKA ($r= 0,557$) ve KST ($r= 0,475$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde, üst FPT'lerden MŞT değerleri ile alt FPT'lerden MTÜA ($r= 0,557$) değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde, TAA ($r= 0,741$) ve MRA ($r=0,722$) değerleri arasında pozitif yönde yüksek düzeyde korelasyon tespit edilirken, bunların dışındaki üst FPT değerleri ile alt FPT değerlerindeki ilişkinin anlamlı olmadığı görüldü (Tablo 4.17). Elde edilen bu veriler üst FPT'lerden STF, BKA ve KST testleri ile alt FPT'lerin arasındaki korelasyon NDT ve DT taraflarda farklılık ve çelişki gösteriyor olmasından dolayı ilgili testlerin alt FPT testlerinin geçerli ve güvenilir alternatifler olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Fakat üst FPT'lerden MŞT'nin alt FPT'lerden başta MRA olmak üzere tüm testlerin DT ve NDT taraflar ile orta ve yüksek düzeyde korelasyon gösteriyor olması MŞT'nin alt FPT testlerinden tek bacak sıçrama testlerine alternatif olabileceğini göstermektedir. Yani örneğin herhangi bir sebeple sporcunun alt FPT'lerden MRA testini gerçekleştiremiyor olması sebebiyle DT ve NDT taraflarda diz kuvvet verilerine ulaşamama durumunda birey DT taraf ile ($r=0,750$) ve NDT taraf ile ($r=0,722$) yüksek düzeyde pozitif yönde korelasyon gösteren MŞT testini gerçekleştirerek araştırmacıya diz kuvveti ile ilgili yorum yapabileceği bir veri sunabilir. Bu yorum alt FPT'lerden ÇA'nın DT taraf verisi dışındaki tüm test ve taraflar için yapılabilir ve MŞT testinde elde edilen yüksek puanların alt FPT testleri için de benzer şekilde yüksek puanlara karşılık geldiği çıkarımında bulunulabilir. MŞT özelinde böyle bir ilişkinin çıkması ise MŞT testinin gerçekleştirilmesinde kullanılan diz, uyluk, kalça, gövde ve üst ekstremité kas gruplarının alt FPT testlerindeki aktif kas grupları ile ve ya bahsi geçen testlerin hareket formlarının benzer olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Günümüzde araştırmacılar sporcuların kas kuvvetini tespit etmek, agonist-antagonist kaslar arasındaki benzerlik ve/ve ya farklılıkları belirlemek ve kas grupları arasındaki sakatlanma eğilimlerini göstermek amacıyla bir çok yöntem kullanılmaktadır. İzokinetik dinamometreler de iskelet kaslarındaki değerlendirmeleri bilgisayar tabanlı olması sayesinde objektif olarak ortaya koyan metotlardan biridir (Ichinose vd., 1998; Silva ve Andrade, 2002).

İzokinetik yöntemler sayesinde elde edilen objektif veriler ile sporcuların alt ve üst ekstremité arasındaki simetri ve/ve ya asimetri kuvvet değerleri arasındaki ilişki

boyutunun belirlenmesi vücut stabilizasyonunun sağlanması ve uygulanan hareketlerin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesinde oldukça önemlidir (Kotrljanovic vd., 2016; Berckmans vd., 2017). Bu sebeple mevcut çalışmada deneklerin DT ve NDT taraflarda ortaya çıkan izokinetik diz (Eks-Flek) ve omuz (İR-ER) kuvvet sonuçlarının ilişkilendirildiği korelasyon testine göre; DT tarafın İR fazında 60°/sn açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile 180°/sn açısal hızda ($r=0,468$) ve 240°/sn açısal hızda ($r=0,460$) açısal hızlardaki Eks fazında izokinetik diz kuvvet değerleri arasında, İR fazında 180°/sn açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazında 240°/sn açısal hızdaki ($r=0,424$) izokinetik diz kuvvet değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edilirken diğer izokinetik kuvvet değerleri arasında anlamlı korelasyon tespit edilemedi. NDT tarafta ise; İR fazında 60°/sn açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazında 60°/sn açısal hızda ($r=0,474$) ve 180°/sn açısal hızda ($r=0,423$) izokinetik diz parametreleri arasında, ER fazında 60°/sn açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Eks fazda 60°/sn ($r=0,489$), 180°/sn açısal hızda ($r=0,462$) ve 240°/sn açısal hızda ($r=0,444$) izokinetik diz kuvvet değerleri arasında ve İR fazında 180°/sn açısal hızdaki izokinetik omuz kuvvet değeri ile Flek fazında 180°/sn açısal hızda ($r=0,430$) ve 240°/sn açısal hızda ($r=0,451$) izokinetik diz parametrelerinin arasındaki pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı korelasyon tespit edilirken diğer izokinetik kuvvet değerleri arasında anlamlı korelasyon tespit edilemedi (Tablo 4.18).

Yılmaz vd. (2020) benzer bir çalışmayı 15 elit judocular üzerinde gerçekleştirmiş olup, DT tarafta 60°/sn açısal hızda omuz İR kuvveti ile Eks diz kuvveti arasında ($r=0,651$), 180°/sn açısal hızda omuz İR kuvveti ile Eks diz kuvveti arasında ($r=0,714$) ve ER omuz kuvveti ile Flek diz kuvveti arasında ($r=0,543$), NDT tarafta ise 60°/sn açısal hızda İR omuz kuvveti ile Eks diz kuvveti arasında ($r=0,884$), ER omuz kuvveti ile Flek diz kuvveti arasında ($r=0,809$), 180°/sn açısal hızda İR omuz kuvveti ile Eks diz kuvveti arasında ($r=0,571$) ve ER omuz kuvveti ile Flek diz kuvveti arasında ($r=0,789$) pozitif yönde yüksek düzeyde korelasyon tespit ettiler. Bu sonuçlar mevcut çalışmamızın 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlardaki İR omuz kuvvetleri ile Eks diz kuvvetleri arasındaki sonuçları destekler niteliktedir. Bu sonucun ortaya çıkması, İR ve Eks fazlarında omuz iç rotator kasları ile Q kas grubu kaslarının ana agonistler olarak konsantrik olarak çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Literatür incelendiğinde hentbolcular özelinde alt ve üst ekstremité izokinetik kuvveti inceleyen çalışmalar olsa da (Aktuğ vd., 2018; Andrade vd., 2010; Clarsen vd., 2014; Gonzales-Rave vd., 2014)

birbirleri arasındaki korelasyonu inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak hentbolculardaki izokinetik tabanlı kuvvet araştırmalarının çoğunda DT ve NDT taraflar arasında elde edilen kuvvet değerlerinin alt ve üst ekstremitelerde benzer şekilde görülmesi hentbolcularda her iki ekstremitenin birbirine benzer şekilde geliştiğini kanıtlar niteliktedir. Bu sonuç, müsabaka esnasında hentbolcularda vücut stabilizasyonunun sağlandığını, gerçekleştirilen hareketlerin doğru yapıldığını, sporcuların her iki tarafa da eşit güç uygulayabildiklerinden dolayı müsabaka performanslarına olumlu katkı yaptığını ve dolayısıyla ani hareketler ve yer değiştirmeler nedeniyle ortaya çıkabilecek yaralanma riskinin en aza indirgendiğini kanıtlamaktadır. Ayrıca hentbolcularda alt ve üst ekstremitte kas kuvvetleri arasındaki bu korelasyonun, elit düzeyde gerçekleştirilen düzenli ve planlı antrenman programlarının sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

5.5. Denge ile FPT ve İzokinetik Kuvvet İlişkisinin İncelenmesi

Denge; duyuşal (propriyoseptif reseptör, görsel vestibüler organ) sinir ve motor sistemlerinin birlikte çalışması ile vücudun ağırlık merkezinin minimum salınım ve ya maksimum stabilize ile destek merkezi üzerinde tutma yeteneğidir (Emery vd., 2005). Her spor branşının kendine has belirli bir denge düzeyi mevcut olmasının yanı sıra tüm spor branşlarında olduğu gibi takım hentbolunda da denge oldukça önemlidir. Zira denge, hentbol müsabakaları esnasında hücum ve savunma aksiyonlarının başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için temel oluştururken, nöromüsküler sistemin olası yaralanma durumlarından korunmasına destek olmaktadır (Leong vd., 2011).

Literatürde yüksek düzeyli denge performansının sportif başarıyı olumlu yönde etkilediğini tespit eden çalışmalar olsa da statik ve dinamik denge değerlerinin DT ve NDT taraflardaki ilişkisinin incelendiği çalışmalar oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmada alanyazındaki bu eksikliği gidermek adına deneklerin statik ve dinamik denge değerleri DT ve NDT taraflar özelinde irdelenmiş ve aralarındaki ilişki tespit edilmiştir. Bu bağlamda deneklere izokinetik statik ve dinamik denge testleri ve Y denge testi uygulandı. Sonuçlar incelendiğinde; izokinetik statik denge testindeki tüm değerlerde NDT tarafının yüksek skorlara sahip olduğu ve AMLS değerinde bu farklılığın anlamlı olduğu görüldü (Tablo 4.3). İzokinetik dinamik denge test sonuçları incelendiğinde; ATE değerinin NDT tarafta SI değerinde ise DT tarafta anlamlı düzeyde yüksek olduğu görüldü (Tablo 4.4). Bu iki testin değerlendirilmesinde skorların '0' a yakın olması dengenin iyi olduğu uzaklaşması ise dengenin bozulduğu ilkesi geçerlidir. Dolayısıyla AMLS değeri özelinde deneklerin statik ve ATE özelinde

dinamik dengelerinin DT tarafta anlamlı düzeyde daha iyi olduğu, SI değeri özelinde ise dinamik dengelerinin NDT tarafta daha iyi olduğu söylenebilir.

Literatürde yapılan araştırmalar sporcuların sağ ve sol taraflardaki denge değerleri arasındaki anlamlı farklılıkların taraflar arasındaki alt ekstremitte kuvvet asimetrilerinden, motor tepkileri etkileyen tekrarlayıcı antrenman deneyiminden, buna paralel olarak bireylerin vestibüler duyarlılık düzeylerinden ve spor branşına ait tek taraflı becerilerdeki tekrarlı uygulamalar kaynaklandığı savunulmaktadır (Ashton-Miller vd., 2001; Balter vd., 2004). Mevcut çalışmada alt ekstremitte izokinetik kuvvet ve alt FPT testlerinin sonuçları incelendiğinde DT ve NDT taraflar arasında asimetrik gücün tespit edilmediği göz önüne alındığında (Tablo 4.14) denge değerleri arasındaki farklılıkların kuvvet odaklı olmadığı söylenebilir. Bu durumda farklılığa sporcunun deneyim düzeyi ile paralel olarak vestibüler duyarlılık düzeyi, propriyoseptif reseptörlerin konumu ve aktivasyonu ve/veya biyomekanik kısıtlamalar, test sürecinde kontrol edilemeyen süreçler, dikeylik algısının bozulması gibi faktörlerin sebep olduğu söylenebilir.

Takım hentbolunda çok önemli bir yeri olan sıçrayarak atışlar esnasında oyuncular büyük oranda tek ayakları ile sıçrama gerçekleştirirler ve sıçradıkları ayakları genellikle NDT taraftaki ayaklarıdır. Atış sürecinde oyuncuların havada askıda kalma, kaleciyi takip etme, gol için atacağı tarafı belirleme sürecinin çok kısa olması sebebiyle yere iniş esnasında denge kaybı yaşamaları çok yaygındır ve kaybolan dengenin kontrolünü DT taraf yapar. Dolayısıyla anlamlı farklılık olsun ya da olmasın DT ve NDT taraflardan birinin denge düzeyinin daha iyi olması olağan karşılanabilir.

Özkamçı vd. (2022) 13 hentbolcu üzerinde gerçekleştirdiği ve sağ-sol taraflar arasındaki statik denge parametrelerini karşılaştırdığı çalışmalarında FBSD ve P değerlerinde sağ bacak lehine anlamlı farklılıkların olduğunu, AMLS değerleri arasında anlamlılık olmadığını buldular. Karadenizli ve arkadaşları (2014) elit düzey hentbolcu ve futbolcular üzerinde yaptıkları araştırmalarında hentbolcularda sağ ve sol tarafların denge performansları arasında anlamlı farklılıkların olmadığını tespit ettiler. Öte yandan sporcuların uyguladıkları antrenman planları da onların denge değerleri üzerinde önemli etkilerinin olduğu ve DT ve NDT taraflar arasında bir takım farklılıklara sebep olabileceği bilinmektedir.

Cuğ vd. (2016) 4 haftalık dinamik denge antrenmanı uyguladıkları 14 sağlıklı genç sporcunun antrenman periyodu öncesinde fark olmamasına rağmen antrenman

sürecinden sonraki dinamik postüral denge değerlerinde DT taraf lehine anlamlı farklılık meydana geldiğini ileri sürdüler. Bu sebeptir ki kuvvet değerleri arasında asimetri olmadığı bilinen bireylerin denge skorlarında DT ve NDT taraflar arasında anlamlı farklılıkların olması antrenman süreçleri ve ya sporcuların antrenman yaşları ile de ilişkili olduğu söylenebilir. Nitekim antrenman yaşı 4 (yıl) olan hentbolcularda DT ve NDT taraflar arasındaki denge skorları arasında anlamlı farklılık olduğunu ileri süren bir araştırmada bu farklılığın antrenman yaşının DT ve NDT taraflar arasındaki kuvvet, denge vb. motorik özellikler arasındaki farkın giderilmesi için yeterli olmadığı savunulmuştur (Özkamçı vd., 2022). Çünkü doğru ve planlı yapılan antrenman süreçlerinin sporculardaki DT ve NDT taraflar arasındaki farklılıkları giderildiği düşünülmektedir. Nitekim mevcut çalışmadaki statik ve dinamik denge değerlerindeki AMLS, ATE ve SI değerleri dışında kalan tüm parametrelerde DT ve NDT taraflar arasında anlamlılık görülmedi. Bu durumun deneklerin yeterli antrenman yaşlarının dolayısıyla deneyimlerinin olduğundan ve/ve ya doğru antrenman planları ile antrene edildiklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Atletik popülasyondaki denge parametrelerindeki bozulmalar muhtemel sakatlıklara zemin hazırlamakta ve önemli bir risk faktörü olarak görülmektedir. Dinamik postüral kontrolün ve muhtemel yaralanma insidansının belirlenmesi amacıyla kullanılmakta olan yöntemlerden biri de YDT’ dir. “Yıldız Denge Testi”nin standardize edilmiş hali olan YDT, antreior (ANT), posterolateral (PL) ve Posteromedial (PM) yönlerdeki dinamik dengeyi ölçebilen ve aynı zamanda uzanma mesafelerinden alt ekstremité asimetrisi ile sakatlanma insidansını ve sakatlık sonrası spora dönüş kararının tespit edilmesinde kullanılan geçerli bir testtir (Gribble vd., 2012; Plinsky vd., 2006). Literatürdeki bazı çalışmalar alt ekstremité hareket açıklığının (ROM) uzanma mesafelerinde etkili olduğunu ve esneklik artışı ile uzanma mesafelerinin arasında pozitif korelasyon olduğunu savunmaktadır (Hock vd., 2011). Mevcut çalışmada deneklerin dinamik denge değerlerini ve olası sakatlık insidanslarını tespit etmek amacıyla uygulanan YDT testi sonuçları incelendiğinde; PM ve PL yönlerde DT ve NDT taraflar arasında anlamlı farklılaşmanın olmadığı ANT yönünde ve Kompozit Skor parametresinde ise NDT taraf lehine istatistiksel olarak anlamlılık olduğu tespit edildi. Ayrıca tüm yönlerde ve kompozit skordaki USİ değerlerinin makul aralıklarda olduğunu gösterdi (Tablo 4.5). YDT testinde bireylerin dinamik denge sonuçlarını etkileyen bir çok faktör söz konusudur. Bunların başında hareket açıklığı, fonksiyonel performans, propriyosepsiyon, iskelet kas kuvveti ve bu

kuvvetler arasındaki asimetri oranları ve uzuv uzunlukları gibi faktörler gelmektedir. Mevcut çalışmada uzuv uzunlukları elimine edilmiş ve USİ'ler kontralateralde asimetrik gücün tüm yönlerde ve kompozit skorda oluşmadığını göstermektedir. Ayrıca çalışmada bireylerin hareket açıklıkları ve propriyoseptif özellikleri tespit edilemediğinden bu sonuca bireylerin fonksiyonel performans parametrelerinin etki ettiği söylenebilir. Zira alt FPT sonuçlarına bakıldığında ÇA hariç tüm FPT'lerde anlamlı olsun ya da olmasın NDT tarafın daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu ve bu yönü ile YDT sonuçlarıyla benzeştiği görülmektedir (Tablo 4.9). USİ'lerin sakatlık ihtimalini tespit etmek üzere yeterli oranlarda olmaması bu farklılığın bireylerin hentbol özelinde yapmış oldukları spesifik becerileri tekrar etme yolu ile motor öğrenme şeklinde meydana geldiği ve/veya sporcuların farklı eğitim ve antrenman yaşlarından dolayısıyla farklı fiziksel uygunluk parametrelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öte yandan PL ve PM yönlerindeki gerçekleştirilen uzanma mesafelerindeki benzerlik, bu yönlerdeki uzanmalarda öncelikli baskın kas gruplarının Q ve H kasları olduğu çalışmadaki Q/H oranlarının da sakatlık aralığında olmadığı göz önüne alındığında beklenen bir durumdur (Kim vd., 2022). Nitekim Wiprich vd. (2022) 12 kadın hentbolcu ile yaptıkları araştırmalarında YDT sonuçlarının DT ve NDT taraflarca karşılaştırmış ve taraflar arasında tüm yönlerde ve kompozit skorda anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Literatür incelendiğinde bu sonuca benzer bir çok çalışma mevcuttur (Hammami vd., 2020; Stoddard vd., 2022). Ayrıca ANT yönündeki uzanma mesafesinin öncelikli olarak ayak bileğinin dorsifleksiyonundan etkinlendiği bilinmektedir (Kim vd., 2022). Mevcut çalışmada yalnızca diz ekleminin flek ve eks kuvvetleri ile ilgili verilere ulaşılmış olmak bu konuda direkt olarak kuvvet özelinde yorum yapmamızı kısıtlamaktadır.

Deneklerin DT ve NDT taraflardaki izokinetik statik ve dinamik denge test sonuçları taraflardaki arasındaki korelasyon sonuçları incelendiğinde; DT tarafta sadece COPY ile TTSD değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde korelasyon hesaplandı (Tablo 4.19). Ayrıca deneklerin çift ayak statik ve dinamik denge test sonuçları arasındaki ilişkiye bakıldığında; AFV ile MLSD ve AMLS değerleri arasında ve ATES değeri ile EA değeri arasında pozitif yönde ve TTSD ile COPX değeri arasında negatif yönde orta düzeyde korelasyon hesaplandı (Tablo 4.22). Bunun dışındaki değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Araştırma sonuçlarındaki DT ve NDT taraflardaki bir çok veride ilişkinin olmaması ve ya nispeten düşük ilişkinin bulunması, bipedal statik ve dinamik

denge testlerindeki ilişkilerin ise düşük düzeyde gerçekleşmesi ve ya benzer değerlerde pozitif ve negatif ilişkinin birlikte yer alması statik ve dinamik dengenin farklı mekanizmalar tarafından düzenlendiğini ve iki yeteneğin bağlantılı veya birbirinin yerine geçemez olduğunu göstermiştir. Literatürde takım hentbolu sporcularının bilgisayar tabanlı dinamik ve statik denge yetenekleri arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya rastlanmasa da farklı spor branşlarında benzer çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Pau vd. (2014)' nin 51 elit futbol oyuncusu üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada sporcuların statik ve dinamik denge yetenekleri arasında ilişkinin olmadığını ve her iki yeteneğin de farklı testler ile gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda ele alınabileceğini ve birbirlerinin yerine kullanılamayacağını öne sürmüşlerdir. Benzer şekilde farklı statik ve dinamik denge testlerinin bir arada kullanıldığı çalışmaların çoğunda mevcut çalışma ile benzer sonuçlara ulaşılmış ve statik ve dinamik denge yeteneklerinin farklı yapıda seyrettiği ve aralarında ilişki olmadığını göstermektedir (Biari vd., 2012; Hrysomallis vd., 2006; Tsigilis vd., 2001; Yaprak ve Dellekoğlu, 2021). Bu sonuca etki eden bir çok faktörün olduğu savunulmaktadır. Zira statik dengede, postural kontrolün temeli önceden oluşturulmakta ve dengeyi bozan kuvvetlere karşı sabit bir pozisyonu korumanın oldukça düşük düzeyde çaba ile gerçekleştirilebilirken, dinamik bir aksiyonun hemen sonrasında stabil pozisyonun korunması postüral kontrol sistemi için oldukça zordur ve dengeyi bozan dış etkenlerin elemine edilmesi için yüksek düzeyde çaba ve koordinasyon becerisine ihtiyaç duyulur (Pau vd., 2014). Bu ve benzer faktörler göz önüne alındığında izokinetik statik ve dinamik denge testlerinin birbirini yordamadığı söylenebilir.

Çalışmadaki bir diğer ilişli analizinde deneklerin statik denge değerleri ile YDT test parametreleri kullanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında; DT tarafta AMLS ile ANT değerleri arasında pozitif yönde, AFBS ile PL değerleri arasında negatif yönde düşük düzeyde anlamlı korelasyon tespit edildi. NDT tarafta ise COPY ile ANT ve PM değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyon hesaplandı. Diğer değerleri arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığı görüldü (Tablo 4.20). Literatürdeki araştırmacılar YDT testinin bireylerin dinamik denge yeteneklerini ölçmekte olduğunu ve aynı zamanda DT ve NDT taraflar arasındaki asimetri oranlarını belirlemede etkili bir test olduğunu savunmaktadır (Almeida vd., 2017; Kim vd., 2022; Markolf vd., 2009). Çünkü test boyunca denekler farklı yönlerde dinamik aksiyonlar gerçekleştirmekteyken postüral kontrolün sağlanması yönünde çaba sarfetmektedirler.

YDT test boyunca alt ekstremitenin gövdenin ağırlık merkezinden uzaklaşmakta olması YDT testini statik denge mekanizmasından ayırmaktadır. Statik denge merkezinde alt ekstremitte durağandır ve taban merkezinden eşit uzaklıkta sabit bir şekilde konumlanmaktadır. Dolayısıyla statik denge ve YDT testlerinin sonuçlarının farklılaşması beklentiler dahilindedir. Mevcut çalışmada ANT uzanma mesafesi ile DT tarafda AMLS arasında NDT tarafta ise COPY arasında pozitif yönde düşük düzeyde korelasyon gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Fakat pozitif yönlü bu ilişki sağa sola salınım hızının ve y eksenindeki basınç merkezi değişikliklerinin bireylerin dinamik denge değerlerini olumlu yönde etkilediği gibi bir sonuç doğurur ki bu sonuç olağan değildir ve önemsizdir. Aynı yorum NDT taraftaki COPY verisi ile PM verisi arasındaki orta düzeyli pozitif korelasyon için de geçerlidir. Öte yandan DT taraftaki AFBS ve PL değerlerindeki negatif yönlü düşük düzeyli korelasyon ise öne geriye salınım hızının azalmasının PL uzanma mesafesine olumlu yönde katkı sağladığını göstermektedir. Bu durum da dinamik denge yeteneğinin statik denge değerlerince kısmen temellenmekte olduğunu göstermektedir. Bu bilgiler ışığında genel bir sonuca varmak gerekirse anlamlı çıkan korelasyonların önemsiz bulunduğu, bu sonucun ortaya çıkmasında ölçülmeyen farklı faktörlerin etkisinin olduğu, YDT testi ile statik denge testlerinin birbirinden bağımsız mekanizmalara sahip olduğu ve birbirlerini yordayamayacakları çıkarımı yapılabilir. Nitekim literatürde bu sonucu destekleyen çalışmalar mevcuttur (Almeida vd., 2017; Kim vd., 2022; MArkolf vd., 2009).

Deneklerin dinamik denge test sonuçları ile YDT test sonuçları aralarındaki ilişki incelendiğinde; DT tarafta TBFSK değeri ile Y denge kompozit skor değeri arasında ($r=0,476$) pozitif yönde orta düzeyde korelasyon görülürken ($p<0,05$) NDT tarafta ise; SI ile PL ($r=0,433$) ve Y denge kompozit skor arasında ($r=0,518$), TBFSK değeri ile ANT ($r=0,429$), PL ($r=0,469$) ve Y denge kompozit skor arasında ($r=0,517$) pozitif yönde, TMLSD değeri ile Y denge kompozit skor değeri arasında ($r=-0,433$) negatif yönde orta düzeyde korelasyon tespit edildi ($p<0,05$) (Tablo 4.21). Sonuçlar incelendiğinde her ne kadar iki test de dinamik denge testi olarak geçiyor olsa da pozitif yönlü ilişkiler, Bilgisayar tabanlı dinamik denge testindeki gövdenin öne geriye ve ortaya yana salınımının artması YDT testindeki uzanma mesafelerinin de artacağı anlamına gelmektedir. Aslında bu beklenen bir durum değildir. Zira dinamik denge testindeki verilerin 0 noktasından yani denge durumundan uzaklaşması yani artması dengenin bozulduğu anlamına gelmektedir. YDT testinde ise uzanma mesafelerinin artması dinamik denge yeteneklerinin güçlü olduğu varsayımı üzerinden

yorumlanmaktadır. Bu sebeptendir ki pozitif yönlü korelasyonun varlığı hem yüksek düzeyde olmadığı hem de olağan olmadığından dolayı önemsizdir. Bu durumda ortaya çıkan korelasyonda öngörülemeyen faktörlerin devreye girdiği ve dinamik denge testi ile YDT testinin birbirini yordayamayacağı söylenebilir. Nitekim gövdenin toplam salınım sapması verisini bize sağlayan TTSD değerinde DT ve NDT taraflarda YDT testi ile anlamlı korelasyonun olmaması bu görüşü desteklemektedir. Öte yandan TMLSD değeri ile Y denge kompozit skor arasındaki negatif korelasyon gövdenin ortaya yana salınımının azalmasının YDT uzanma mesafelerinde pozitif etki sağlayabileceğini orta düzeyde olsa da göstermektedir. Bu veri de yine bilgisayar tabanlı dinamik denge testi ile YDT testi arasındaki verilerin negatif yönlü korelasyon sergiledikleri sürece birbirlerini yordayabileceği şeklinde yorumlanmasına müsaade etmektedir. Literatürde hentbolcular özelinde böyle bir araştırmaya rastlanılmasa da bazı araştırmalar geçerliği ve güvenilirliği sabit olan farklı denge testlerinden elde edilen sonuçların birbirlerini yordayamayacağını ve hepsinin kendine özgü uygulama mekanizmalarının olduğunu dolayısıyla sonuca etki eden faktörlerin farklılık gösterebileceğinden birbirlerinin yerine kullanılamayacağını ileri sürmekte ve mevcut çalışmayı desteklemektedir (Almeida vd., 2017; Kim vd., 2022; Markolf vd., 2009).

Tablo 4.23'deki deneklerin DT ve NDT taraflarda statik denge ve alt FPT sonuçları arasındaki ilişki incelendiğinde; MRA testi ile DT tarafta MLSD ($r=-0,480$), AMLS ($r=-0,528$) ve P ($r=-0,444$) değerleri arasında NDT taradta ise P ($r=-0,439$) değeri ile negatif yönde orta düzeyde korelasyon olduğu ($P<0,05$) diğer değerlerde ise anlamlı bir ilişkinin olmadığı görüldü ($P>0,05$). Mevcut çalışmadaki bu sonuç beklenen bir durumdur. Zira alt FPT'lerde bireylerden atlama öncesi statik dengelerinin bir uzuvları üzerinde sağlamaları hemen ardından atlamayı gerçekleştirip zemine inişlerinde tam bir vücut stabilizasyonunda 3sn beklemleri istenmektedir. Dolayısıyla bireylerin dinamik dengelerinin dinamik aksiyonları gerçekleştirirken baskın öneme sahipken testin başlangıç ve bitirilişindeki tam stabilizasyon aşamasında statik denge performansı testin en önemli başarı kriterini oluşturmaktadır. DT taraftaki AMLS, MLSD, P değeri ve NDT taraftaki P değeri ile MRA testindeki sıçrama mesafesi arasındaki negatif korelasyon deneklerin sağa sola salınım sapmasının ve hızının ne kadar küçülürse bireyin MRA testinde o kadar uzağa erişebileceğini göstermektedir. P değeri ile negatif korelasyon ise deneğin MRA sonrasındaki yere inişte stabilizasyonunu sağlarken vücudun kullandığı çevre uzunluğunun atlama mesafesi ile ters orantılı olduğunu yani atlama mesafesinin artması ile stabilizasyon

sırasındaki vücut salınım değerinin azaldığını göstermektedir. Diğer bir ifade ile bireylerin alt FPT özelinde uyguladıkları alt ekstremité kas kuvveti ne kadar artarsa postüral kontrolün o kadar kolaylaştığı yani bireylerin daha iyi statik denge performansına sahip olduğu söylenebilir. Literatürdeki bazı araştırmalar denge performansı ile alt ekstremité kuvvet parametreleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğunu ve bunun da mevcut çalışmayı desteklediğini göstermektedir (Kim vd., 2022; Markolf vd., 2009).

Deneklerin izokinetik dinamik denge performansları ile alt FPT değerleri arasındaki ilişki sonuçları incelendiğinde; yalnızca DT tarafta MRA testi ile ATES ($r=-0,438$) denge parametresi arasında orta düzeyde negatif yönlü ilişki olduğu ($P<0,05$) diğer değerlerde anlamlı ilişkinin olmadığı tespit edildi ($p<0,05$) (Tablo 4.24). Bu sonuç alt FPT testlerinin her ne kadar dinamik bir yapıya sahip olsa da testlerin başlangıç ve bitiriş evrelerindeki postural kontrolde dinamik denge performansından ziyade statik denge verilerinin baskın şekilde önemli olduğunu göstermiştir. Nitekim aynı deneklerle mevcut çalışmadaki statik denge performansı ile alt FPT'lerden MRA'nın anlamlı şekilde bir çok değerde ilişkisinin olması bu çıkarımı desteklemektedir. Öte yandan DT taraftaki MRA testi sonuçlarının ortalama takip hatası süresi (ATES) ile negatif yönlü ilişkisi çok önemli görülmemiş olsa da deneklerin DT taraftaki MRA testi atlama mesafesinin ATES değerinin azalmasıyla artacağı söylenebilir.

YDT testi ile deneklerin alt FPT testlerinde göstermiş oldukları performans parametreleri arasındaki ilişki sonuçları Tablo 4.25'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; yalnızca NDT tarafta ÜAA test parametreleri ile PM ($r=0,427$), PL ($r=0,463$) ve y denge kompozit skor ile ($r=0,446$) orta düzeyde pozitif yönlü ilişki olduğu görülürken ($p<0,05$), diğer verilerde anlamlık tespit edilmedi ($p>0,05$). Literatürde alt FPT'ler ile YDT testini ilişkilendiren ve mevcut sonuçları destekleyen çalışmalar mevcuttur. Kim vd. (2022) 52 birey üzerinde yaptıkları çalışmalarında YDT skorları ile SLTH (single leg hop for distance) testi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve FPT'nin NDT tarafta YDT testinin uzanma yönlerinden ANT ile ($r=0,303$), PM ile ($r=0,485$) ve PL ile ($r=0,525$) ve Y kompozit skor ile ($r=0,520$) düşük ve orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada ANT değeri ile anlamlı korelasyon görülmesine de korelasyon değeri $r=0,391$ 'dir. Bu sonuç ile mevcut çalışmadaki ÜAA test sonuçları ile YDT performansı özelinde birebir örtüşmektedir. Bu yüzden YDT puanlarının ÜAA ve dolayısıyla FPT'ler ile ve diz kas kuvveti ile ilişkili olduğu

söylenbilir. Hatta bazı çalışmalar YDT testinin denge testinden çok diz kas kuvveti ve fonksiyonel performans ile ilişkili olduğunu öne sürmekte ve bu yüzden FPT'ler ile gerek sakatlık insidansının belirlenmesinde ve gerekse de bireylerin spora dönüşlerine yönelik verilecek kararlarda birbirlerinin yerine kullanılabileceğini savunmuşlardır (Kim vd., 2022). Mevcut çalışmadaki benzer korelasyonun NDT tarafta gerçekleşirken DT tarafta gerçekleşmemiş olması beklenmeyen bir durum gibi görünse de hem ÜAA testindeki sıçrama mesafesinde hem de YDT testindeki uzanma mesafelerinde NDT tarafın performans parametreleri DT taraftan daha iyi olmasından kaynaklanabileceği varsayımı göz önünde bulundurulmalıdır.

Öte yandan yapılan bazı çalışmalarda stabilite ve dengeye yönelik olarak asimetrik gücün oluşumuna engel olacak şekilde planlanan ve gerçekleştirilen kuvvet antrenmanlarının ve tek taraflı egzersiz formları ile core ve plyometri antrenmanlarının YDT test sonuçlarını olumlu yönde anlamlı şekilde arttırdığı rapor edilmiştir (Gasim vd., 2021; González-Fernández vd., 2022). Bu veri ışığında özellikle diz eklemi çevresindeki kas gruplarının kuvvet değerlerinden direkt olarak etkilenen tek uzuvlu atlama testlerinin YDT ile anlamlı şekilde ilişkili olması beklentiler dahilindedir. Bu yüzden mevcut çalışmadaki ÜAA testinin NDT tarafta YDT ile anlamlı çıkmasının yanında diğer herhangi bir veride anlamlılığın olmaması ise beklenmedik bir durumdur. Fakat örneklem grubunun büyüklüğü, sporcuların farklı eğitim ve fiziksel aktivite seviyelerine sahip olmaları ve ya ön görülemeyen faktörlerin bu sonucu etkilediği söylenebilir.

Mevcut araştırmada Deneklerin DT ve NDT taraflardaki statik denge değerleri ile 60°/sn 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki diz izokinetik kuvvet parametreleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde; DT ve NDT taraflardaki statik denge değerleri ve tüm açısal hızlardaki diz izokinetik kuvvet parametreleri arasındaki korelasyonların anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.26). Bu sonuç literatürdeki bir çok çalışma ile çelişmektedir. Çünkü atletik popülasyonda başarıyı etkileyen bir çok faktör bulunsa da kuvvet ve denge parametrelerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir (Sayers, 2000). Spor branşı farketmeksizin postüral dengenin sağlanması ve sürdürülmesi iskelet kaslarının tonusu, kuvveti, enduransı ve eklem hareket esnekliği ile yakından ilişkilidir (Leung vd., 2011). Literatürdeki bir çok araştırma alt ekstremite kas grubunun denge becerisini gerçekleştirmek ve geliştirmek adına fazlasıyla önemli olduğunu öne sürmektedir (Howe vd., 2011; Deniskina ve Levik, 2001; Runge vd., 1999). Young vd. (2010) genç sporculardan oluşan örneklem

grubunda alt ekstremite kas grubu artışının statik dengeyi arttırdığını, Mohammedi vd. (2012) uygulanan kuvvet antrenman programlarının bacak kuvvetini ve bu sayede dinamik ve statik denge parametrelerinde iyileşmelerin ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Mevcut araştırmadaki deneklerin yalnızca diz izokinetik kuvvet ölçümlerinin ve dolayısıyla H ve Q kaslarının ürettiği tepe tork değerleri bilinmektedir. Statik denge yeteneğine etki eden bilek kalça ve gövde kuvvet parametrelerinin ve denge ile ilgili diğer faktörlerin bilinmiyor olması bu konudaki çıkarımları sınırlamaktadır. Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde ise hentbolcularda statik denge testi ile izokinetik diz kuvvet testi arasında herhangi bir korelasyonun olmaması bu iki testin ölçtüğü verilerin benzeşmediği ve dolayısıyla birbirlerini yordayamayacağı yönündedir. Zira izokinetik diz kuvvet testi tek bir eklem çevresindeki kasları ölçerken statik denge testinde çoklu eklem aktivasyonu söz konusudur. Daha fazla eklem mobilizasyonu daha fazla kas grubunun ve farklı faktörlerin işe koşulduğunu göstermekte olduğundan, bu iki test arasında anlamlı korelasyonun olmaması bu açıdan makul kabul edilebilir. Fakat bu noktada deneklerin sayılarının arttırılması ve ya denek grubunun farklılaştırılması ile izokinetik kuvvet değerleri ile statik denge arasındaki korelasyonların arttırılabileceği ve literatürdeki araştırmaların bu sonuçlar ile desteklenebileceği düşünülmektedir.

Deneklere uygulanan izokinetik dinamik denge test parametreleri ile izokinetik diz kuvvet testi sonuçları arasındaki ilişki sonuçları incelendiğinde; birçok değerde gerek DT ve gerekse de NDT taraflarda pozitif ve negatif yönlü düşük ve orta düzeyde korelasyon olduğu gözlenmektedir. Majör bulgular dikkate alındığında, DT tarafta TTSD değeri ile fleksiyon fazda $180^\circ/\text{sn}$ lik açısal hız ile , DT ve NDT tarafta TBFSD değeri ile fleksiyon ve ekstansiyon fazlardaki tüm açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet parametreleri arasında ve NDT taradta SI değeri ile tüm açısal hızlarda fleksiyon fazdaki izokinetik diz kuvvet parametreleri ve ekstansiyon fazda $60^\circ/\text{sn}$ açısal hızdaki izokinetik diz kuvvet parametresi arasında yönün negatif, korelasyonun orta düzeyli ve anlamlı olduğu görüldü ($P>0,05$). (Tablo 4.27). Elde edilen negatif yönlü korelasyonlar hentbolcularda dinamik denge ile izokinetik diz kuvveti arasında önemli bir ilişkinin olduğunu ve H ve Q kaslarındaki kuvvet artışının dinamik denge performansını önemli oranda iyileştirdiğini gösterdi. Çünkü bilindiği üzere izokinetik denge değerlerinde görülen azalış denge performansının arttığını ve dengenin iyileştiğini ifade etmektedir. Literatür incelendiğinde hentbolcular özelinde dinamik denge ve alt ekstremite izokinetik kuvvet parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen

alışmalar sınırlı olsa da bir çok araştırma çalışma sonucumuzu destekler niteliktedir (elenk vd., 2015; Genç vd., 2010; Mohammedi vd., 2012; Young vd., 2010). Ayrıca Mayson vd. (2008)'nin 138 genç erkek üzerinde gerçekleştirdikleri ve denge ile kuvvet parametreleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmalarında alt ekstremite kas kuvvet artışının denge performansını olumlu yönde etkilediğini tespit ettiler. Liman ve Güzel (2008) benzer bir çalışma sonucunda denge ve kuvvet arasındaki bu ilişkiyi kas içi ve kaslar arası koordinasyondaki gelişmeye ve buna bağlı olarak ekstansör ve fleksr kasların agonist/antagonist çalışma kapasitelerindeki uyumun st düzeye gerçekleştiğine bağlamışlardır.

Deneklerin DT ve NDT taraflarda YDT değerleri ile eks ve flek fazlarda 60°/sn 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki izokinetik diz kuvvet parametreleri arasındaki korelasyon sonuçları incelendiğinde; DT ve NDT taraflardaki YDT parametreleri ve izokinetik diz kuvvetleri arasındaki korelasyonun önemli olmadığı tespit edildi ($p>0,05$) (Tablo 4.28). Bu sonucun izokinetik diz kuvveti ölçümlerinin tek eklem (diz) etrafındaki kas grubu ile ilgiliyken YDT testinde çoklu eklem mobilizasyonu ve stabilizasyonu sonucunda gerçekleştiğinden dolayı ortaya çıktığı söylenebilir. Başka bir ifadeyle YDT testinde ANT yönündeki uzanma en çok ayak bileğinin dorsifleksiyonundan etkilenirken, PM ve PL yönlerinde gövde saggital düzlemde kütle merkezinden en uzakta olduğu için kalça kas kuvvetinin ve daha çok Q ve H kaslarının aktive olduğu bildirilmiştir (Kim vd., 2022). Bu yüzden YDT testinde birden fazla eklem ve alt ekstremite kasların denge performansı üzerinde etkili olduğu ve dolayısıyla sadece diz eklemine hareket ettiren Q ve H kaslarının tepe tork değerlerinin YDT test verilerini yordayamayacağı söylenebilir. Öte yandan YDT test performansını kas kuvvetlerinin dışında propriyoseptif, vestibüler organ, hareket açıklığı, fonksiyonel performans, görme ve reaksiyon süresi gibi bir çok faktörden etkileniyor olmasına karşın bu faktörlerin izokinetik kuvvet ölçümlerinde baskın etkenler olmaması bu iki test arasındaki korelasyonun anlamlı düzeyde gerçekleşmesini engellediğı söylenebilir. Öte yandan bazı araştırmalar takım sporlarındaki pozisyon oyuncularını arasında YDT test sonuçlarının farklılaşabildiğini ne sürmüşlerdir. Hentbol özelinde de pozisyonların farklı gereksinimler meydana getirdiğı ve örneklem grubunun mevcut çalışmada denge performansını genelleme konusunda kısıtlı olduğu göz önüne alındığında bu sonucun olağan olduğu söylenebilir. Literatürde mevcut çalışma ile zıt sonuçlara ulaşan çalışmalar mevcuttur (Gasim vd. 2022; Gonzlez-Fernndez vd., 2022; Kim vd., 2022; Stoddard vd., 2022). Fakat o çalışmalardaki deneklerin ya

sedanter olduğu ya diz bölgesinde ön çapraz bağ yaralanması geçmişi olduğu ya farklı spor branşlarından bireylerden oluştuğu ya da denek sayısının fazlaca olduğu görülmektedir. Bu yüzden mevcut çalışmadaki denek sayısının arttırılması ve ya denek grubunda gerçekleştirilecek farklılaşmaların YDT ve izokinetik diz kuvvet parametreleri arasındaki korelasyonu güçlendirebileceği düşünülmektedir.

5.6. Regresyon Analizlerinin İncelenmesi

Araştırma sonuçları incelendiğinde alt FPT'ler ile eks ve flek fazda diz izokinetik kuvvetler arasında anlamlı korelasyonun olmadığı gözlemlenirken, üst FPT'lerden STF ile İR ve ER fazda omuz izokinetik kuvvet değerleri arasında anlamlı korelasyonların olduğu görülmektedir. Bu sebeple FPT'ler ile izokinetik kuvvetlerin yordanması amacıyla yapılan regresyon analizleri üst FPT'ler ile İR ve ER fazda 60°/sn 180°/sn ve 240°/sn açısal hızlardaki omuz izokinetik kuvvetler arasında gerçekleştirilmiştir. Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre; İR ve ER fazlarında tüm açısal hızlarda omuz izokinetik kuvvet değerlerinin üst FPT'lerden STF ile hesaplanabildiği fakat hesaplamaların güvenilirlik oranlarının düşük kaldığı görüldü. Öyleki STF testi ile DT tarafta 60°/sn açısal hızda İR fazda omuz izokinetik kuvvet sonuçlarının tahmin edilebilme oranı %25,2 ve ER fazda %24,9 olarak tespit edilirken (Tablo 4.31), NDT tarafta İR fazda bu oran %25,3 ve NDT tarafta ise 24,9'dur (Tablo 4.34). STF testi ile DT tarafta 180°/sn açısal hızda İR fazda omuz izokinetik kuvvet sonuçlarının tahmin edilebilme oranı %26,2 ve ER fazda %14,2 olarak tespit edilirken (Tablo 4.37), NDT tarafta İR fazda bu oran %17,5 ve NDT tarafta ise 28,7'dir (Tablo 4.40). 240°/sn açısal hızda ise DT taraftaki İR izokinetik omuz kuvvetinin tahmin edilebilme oranı %22,5 ve ER fazda 19,7 iken (Tablo 4.43) NDT tarafta bu oralar İR fazda %16 ve ER fazda %25,6 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.46). Literatürde omuz kuvvet testlerinin FPT'ler ile yordandığı bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı elde edilen sonuçlar daha önce gerçekleştirilmiş ve mevcut çalışmadaki korelasyon analizleri doğrultusunda ele alındı. Mevcut çalışmada DT ve NDT taraflardaki omuz izokinetik kuvvet testleri ile STF test sonuçları arasında orta düzeyde anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Bu ilişki STF testinin kinematik yapısında topun fırlatılmak üzere hazırlanırken glenohumeral eklemin ER hareketinin gerçekleştirdiği ve fırlatma aşamasında İR hareketini gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu esnada aktif olarak görev alan üst ekstremité iskelet kaslarında topu maksimum mesafeye ulaştırmak adına hızlı ve güçlü konsantrik kasılmalaya ihtiyaç dıyar (Borms vd., 2016). İzokinetik omuz testlerinde de benzer şekilde ard arda İR-ER fazlarda konsantrik

kasılmaların gerçekleştiği göz önüne alındığında korelasyonun beklenen bir durum olduğunu düşündürmektedir. STF'nin izokinetik omuz kuvvetlerini yordama güvenilirliği oranlarının düşük olması ise çalışmadaki örneklem grubundaki bireylerin fizisel uygunluk parametrelerindeki ve antrenman seviyelerindeki farklılıklardan meydana gelmiş olabilir. Bu konudaki farklılaştırılmış örneklem grubu ile bu güvenilirlik oranlarının kinematik yapılarıdaki benzerlik sebebiyle arttırılabileceği söylenebilir.

Öte yandan deneklerin alt ve üst FPT kuvvet parametreleri arasında orta ve yüksek düzeyde anlamlı korelasyonların olduğu görülmüştür (Tablo 4.17). Bu sebeple alt ve üst FPT testlerinin birbirlerin anlamlı yordayıp yordamadıklarının ve hangi düzeyde güvenilirlik oranları ile hesaplayabildiklerinin tespiti için regresyon analizi gerçekleştirildi. Korelasyon analizinde MŞT testi ile DT tarafta MRA testi parametreleri arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğu gibi ($r=0,750$), bu iki test arasında yapılan regresyon analizinde de DT taraftaki MRA sonuçları ile MŞT testi sonuçlarının %56,3 oranla tahmin edilebileceği görüldü ($\beta=0,262$ $p<0,001$) (Tablo 4.49). Literatürde bu iki FPT'nin yordanması ile ilgili çalışma bulunmadığından elde edilen sonuçlar korelasyon analizleri doğrultusunda yorumlanabilir. Mevcut çalışmada MŞT testi ile DT ve NDT taraflardaki MRA testi sonuçları ile pozitif yüksek düzeyde korelasyon olduğu tespit edilmişti. Bu ilişkide MRA testinin diğer alt FPT'lerden bazı yönleri ile yapısal olarak ayrılmasının etkili olduğu söylenebilir. MRA dışındaki diğer alt FPT'lerde test süresince ihtiyaç duyulan hızlı ve güçlü konsantrik kasılmalarda Q ve H kaslarının kalça, karın ve üst ekstremité kas gruplarından çok daha fazla görev üstlenmektedir. Fakat MRA testinde denekler gövdelerine 90°'lik bir rotasyon hareketi yaptırır. Bu esnada diz, kalça, karın ve üst ekstremité kas gruplarının diğer alt FPT'lerden farklı olarak daha çok aktif olması ve daha güçlü kasılmaya ihtiyaç duymaları, MRA testi ile MŞT test sonuçlarının benzer şekilde gerçekleşmesine sebep olabilmektedir. Çalışmadaki MRA sonuçlarının %56,3 oran ile MŞT test sonuçlarını yordayabiliyor olması sonucu bu çıkarımı destekler niteliktedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. İzokinetik testler ve FPT'lerin Kuvvet Parametreleri

- Alt (diz) izokinetik kuvvet testlerinde DT ve NDT taraflarda 60°/sn 180°/sn 240°/sn açısal hızlardaki sonuçların benzer olduğu,
- Üst (omuz) izokinetik kuvvet testlerinde DT ve NDT taraflarda 60°/sn 180°/sn 240°/sn açısal hızlarda DT tarafın daha güçlü olduğu,
- DT ve NDT taraflarda alt FPT'lerden TAA ve MRA testinde NDT tarafın daha güçlü olduğu,
- DT tarafta 60°/sn 180°/sn 240°/sn açısal hızda İR fazının ve 60°/sn 240°/sn açısal hızlarda ER fazının STF ile orta düzeyde korelasyona sahip oldukları,
- DT tarafta 180°/sn açısal hızda ER fazının ve 240°/sn açısal hızda İR fazının MŞT ile orta düzeyde korelasyona sahip oldukları,
- NDT tarafta 60°/sn açısal hızda İR fazının ve 60°/sn 180°/sn 240°/sn açısal hızda ER fazının STF ile orta düzeyde korelasyona sahip oldukları,
- DT tarafta TAA, MRA ve MTÜA testleri ile MŞT testinin yüksek düzeyde korelasyona sahip oldukları,
- NDT tarafta TAA, ÇA ve MRA testleri ile MŞT testinin yüksek düzeyde korelasyona sahip oldukları,
- BKA testi ile NDT tarafta ÜAA testinin yüksek düzeyde korelasyona sahip oldukları,
- Üst FPT'lerden MŞT testi sonuçlarının tahmin edilebilmesi için en geçerli ve güvenilir testin MRA testi olduğu,
- Alt ve üst izokinetik testleri ve FPT'lerin DT-NDT taraflardaki uzuv simetri indekslerinin benzer olduğu tespit edildi.

6.2. Denge Testleri ve FPT Kuvvet Parametreleri

- DT-NDT taraflardaki statik denge AMLS parametresinde DT tarafın daha iyi sonuç verdiği,
- DT-NDT taraflardaki dinamik denge ATE parametresinde DT tarafın, SI parametresinde NDT tarafın daha iyi sonuç verdiği,
- Çift ayak statik denge testinin MLSD ve AMLS parametreleri ile çift ayak dinamik denge testinin AFV parametrelerinin orta düzeyde korelasyona sahip oldukları,

- DT-NDT taraflardaki Y denge testi parametrelerinde NDT tarafın daha iyi sonuç verdiği ve tüm yönlerdeki uzuv simetri indekslerinin benzer olduğu,
- NDT tarafta ÜAA testi ile Y denge tesinin PM, PL ve Y Denge Skor parametrelerindeki korelasyonun orta düzeyde olduğu görüldü.

Mevcut araştırmada elde edilen sonuçlardaki alt izokinetik kuvvet testlerinin DT ve NDT taraflarda benzer olması sporcuların kontralateralde kuvvet gelişimlerinin orantılı olduğunu gösterse de alt FPT sonuçları NDT tarafın daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Takım hentbolunun yapısı gereği tek ayak baskın bir spor olması ve başarıda büyük etkiye sahip sıçrayarak atış ve pas becerilerinin çoğunlukla NDT taraf ile gerçekleştiriliyor olması bu sonucun ortaya çıkmasında rol oynadığı görülmektedir. Üst izokinetik kuvvet testi sonuçları DT tarafın daha güçlü olduğunu ortaya çıkarmış olsa da üst FPT'ler ile bu karşılaştırmayı gerçekleştiremedik. Zira çalışmada tercih ettiğimiz üst FPT'ler tek uzuv ile gerçekleştirilebilen testler olmaması kontralateral karşılaştırmalara imkan vermemiştir. Bu durum araştırmamızın majör sınırlılıklarından birini ortaya koymaktadır. Öte yandan çalışma üst FPT'lerden MŞT testi sonuçlarının alt FPT'lerden MRA testi ile yüksek oranda tahmin edilebildiğini ortaya koyarken aynı durum izokinetik kuvvet testlerinin FPT'ler ile tahmin edilebilmesinde gerçekleştirilememiştir. Seçilen FPT'lerin izokinetik kuvvet testlerini beklenen düzeyde yordayamaması da çalışmanın bir diğer sınırlılığıdır.

Bundan sonraki çalışmalarda; omuz kuvvetini belirlemeye yönelik olarak çalışmada kullanılan FPT'lere ek olarak tek uzuv ile gerçekleştirilebilecek FPT'lerin kullanılması üst ekstremitede DT-NDT karşılaştırılması yapılmasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca izokinetik omuz ve diz kuvvetini belirlemek için hentbol branşına özel beceriler ile kinematik olarak benzerlik gösteren farklı FPT'lerin kullanılması izokinetik kuvvet testleri ile yüksek düzeyde korelasyonun yakalanmasına ve dolayısıyla FPT'ler ile izokinetik kuvvet sonuçlarının tahmin edilebilmesi yüksek güvenilirlik oranları ile mümkün olabilir. Mevcut çalışmadaki regresyon analizinde MRA(cm) değeri ile MŞT(sayı) testinin yordanması için yapılan modelin güvenilirliğinin %56,3 çıkması benzer denekler ile gerçekleştirilecek çalışmalarda araştırmacılar MRA testi sonucu ile MŞT sonucunu hesaplayabilir, ayrıca mevcut çalışmaya benzer olmak kaydıyla denek grubunun arttırılması ve ya farklılaştırılması ile bu güvenilirlik oranları arttırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abrams, G. D., Renstrom, P. A., & Safran, M. R. (2012). Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *British journal of sports medicine*, 46(7), 492-498.
- Achenbach, L., Laver, L., Walter, S. S., Zeman, F., Kuhr, M., & Krutsch, W. (2020). Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(1), 1202-1211.
- Adaş, R. T. (2008). *İzokinetik dinamometre ile yapılan ölçümlerde farklı eklemlere ait yük aralığının tespiti*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Adana.
- Agel, J., Evans, T. A., Dick, R., Putukian, M., & Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2002–2003. *Journal of athletic training*, 4 (2), 270.
- Akdemir, E., Yılmaz, A. K., Korkmaz, E., Yanık, B., Ahlatcık, B., & Topaloğlu, N. N. (2022). Do you have any correlations between multidirectional single leg hop tests and isokinetic knee strength in athletes?: A control study on dominant and nondominant sides. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(1), 760-769.
- Akgün, N. (1994). *Egzersiz ve spor fizyolojisi* (5. Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Akılan, N., & Shah, M. S. (2014). Comparison of speed and agility between handball and volleyball players. *International journal of physical education, fitness and sports*, 3(1), 31-34.
- Aktug, Z. B., DüNDAR, A., Murathan, F., & İri, R. (2018). The Determination of the relationship between isokinetic leg strengths and agility and speed performance of elite handball players. *Journal of Education and Training Studies*, 6(6), 25-30.
- Aktuğ, Z. B., Rüçhan, İ. R. İ., & Yılmaz, A. (2017). Elit futbol ve hentbolcuların fiziksel uygunluk düzeyleri ve motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 19-25.
- Alfuth, M., Franke, P. J., Klemp, J., & Knicker, A. J. (2023). Comparison of dynamic balance and unilateral hop performance between women and men handball players after anterior cruciate ligament reconstruction: A pilot study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 32(3), 282-288.
- Allen, K. D., & Golightly, Y. M. (2015). Epidemiology of osteoarthritis: state of the evidence. *Current Opinion in Rheumatology*, 27(3), 276-284.
- Almeida, G. P. L., Monteiro, I. O., Marizeiro, D. F., Maia, L. B., & de Paula Lima, P. O. (2017). Y balance test has no correlation with the Stability Index of the Biodex Balance System. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27 (1), 1-6.
- Almosnino, S., Stevenson, J. M., Bardana, D. D., Diaconescu, E. D., & Dvir, Z. (2012). Reproducibility of isokinetic knee eccentric and concentric strength indices in asymptomatic young adults. *Physical Therapy in Sport*, 13(3), 156-162.
- Aminaka, N., & Gribble, P. A. (2008). Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. *Journal of athletic training*, 43(1), 21-28.
- Andersen, L.L., Andersen, J.L., Magnusson, S.P., Suetta, C., Madsen, J.L., Christensen L.R. & Aagaard, P. (2005). Changes in the human muscle force-velocity relationship in

- response to resistance training and subsequent detraining. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 87-94.
- Anderson, D. E., Madigan, M. L., & Nussbaum, M. A. (2007). Maximum voluntary joint torque as a function of joint angle and angular velocity: model development and application to the lower limb. *Journal of biomechanics*, 40(14), 3105-3113.
- Andrade, D. S., Fachina, R. J., Cruz, W., Benedito-Silva, A. A., Da Silva, A. C., & De Lira, C. A. (2014). Strength field tests performance are correlated with isokinetic strength of shoulder rotator muscles in female handball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 54(4), 403-409.
- Andrade, M. S., de Carvalho Koffes, F., Benedito-Silva, A. A., da Silva, A. C., & de Lira, C. A. B. (2016). Effect of fatigue caused by a simulated handball game on ball throwing velocity, shoulder muscle strength and balance ratio: a prospective study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 8(1), 1-7.
- Andrade, M. S., Cohen, M., Piçarro, I. C., & Silva, A. C. (2002). Knee performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Isokinetics and exercise science*, 10(2), 81-86.
- Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P., & da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.
- Arnold, B. L., De La Motte, S., Linens, S., & Ross, S. E. (2009). Ankle instability is associated with balance impairments: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 41(5), 1048-1062.
- Ashton-Miller, J.A., Wojtys, E.M., Huston, L.J., & Fry-Welch D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 9(3),128–136.
- Atalay, E. S., Tarakci, D., & Algun, C. (2018). Are the functional movement analysis scores of handball players related to athletic parameters?. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(6), 954.
- Baechle, T.R. & Earle, R.W. (2008). *Essentials of strenght training and conditioning* (3rd ed.). Hong Hong: Human Kinetics.
- Baltacı G, T.V.B., Tuncer A, Ergun N. (2006). *Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi*. Ankara: Alp Yayınları.
- Balter S.G., Stokroos R.J., Akkermans E., & Kingma H. (2004). Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neuroscience letters*. 366(1), 71-75.
- Baltzopoulos V. & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry. Aplications and limitations. *Sport Medicine*, 8(2), 101-106.
- Barber, S. D., Noyes, F. R., Mangine, R. E., & Hartman, W. (1990). Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (1976-2007), 255(8), 204-214.
- Barfod, K. W., Feller, J. A., Hartwig, T., Devitt, B. M., & Webster, K. E. (2019). Knee extensor strength and hop test performance following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee*, 26(1), 149-154.
- Baroni, B. M., Geremia, J. M., Rodrigues, R., Borges, M. K., Jinha, A., Herzog, W., & Vaz, M. A. (2013). Functional and morphological adaptations to aging in knee extensor muscles of physically active men. *Journal of applied biomechanics*, 29(5), 535-542.
- Barrera-Domínguez, F. J., Carmona-Gómez, A., Tornero-Quiñones, I., Sáez-Padilla, J., Sierra-Robles, Á., & Molina-López, J. (2021). Influence of dynamic balance on jumping-based

- asymmetries in team sport: A between-sports comparison in basketball and handball athletes. *International journal of environmental research and public health*, 18(4), 1866-1882.
- Bauer, J., Schedler, S., Fischer, S., & Muehlbauer, T. (2020). Relationship between Upper Quarter Y Balance Test performance and throwing proficiency in adolescent Olympic handball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12(1), 1-8.
- Baumgartner T.A., Oh S., & Chung H. (2002). Objectivity, reliability and validity for a revised push-up test protocol. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 6(2), 225-242.
- Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229-235.
- Becker, R., & Awiszus, F. (2001). Physiological alterations of maximal voluntary quadriceps activation by changes of knee joint angle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(5), 667-672.
- Berckmans, K., Maenhout, A. G., Matthijs, L., Pieters, L., Castelein, B., & Cools, A. M. (2017). The isokinetic rotator cuff strength ratios in overhead athletes: Assessment and exercise effect. *Physical Therapy in Sport*, 27(3), 65-75.
- Biel, A. & Dorn, R. (1997). *Trail guide to the body: A hands-on guide to locating muscles, bones and more* (6th ed.). Books of Discovery.
- Björklund, K., Sköld, C., Andersson, L., & Dalén, N. (2006). Reliability of a criterion-based test of athletes with knee injuries; where the physiotherapist and the patient independently and simultaneously assess the patient's performance. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 14(8), 165-175.
- Bojic, I., Kocić, M., & Stajić, S. (2015). The explosive power of the lower limbs in basketball and handball players. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 13(1), 1-9.
- Bompa, T.O. (2011). *Dönemleme: Antrenman kuramı ve yönetimi*. Ankara: Spor Yayınevi.
- Bompa, T.O. & Haff, G.G. (2017). *Dönemleme: Antrenman Kuramı ve Yöntemi* (5. Baskı). Ankara: Spor Yayınevi.
- Bonetti, L. V., Grisa, N. C., Demeda, C. S., Finger, A. L. T., De Marchi, T., & Tadiello, G. S. (2018). Isokinetic performance of knee extensor and flexor musculature in adolescent female handball players. *Arch Med Deporte*, 35(3), 157-61.
- Booher, L. D., Hench, K. M., Worrell, T. W., & Stikeleather, J. (1993). Reliability of three single-leg hop tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2(3), 165-170.
- Borms, D., Maenhout, A., & Cools, A. M. (2016). Upper quadrant field tests and isokinetic upper limb strength in overhead athletes. *Journal of athletic training*, 51(10), 789-796.
- Bouisset, S., & Do, M.C. (2008). Posture, dynamic stability, and voluntary movement. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 38(6), 345-362.
- Bourke, H. E., Salmon, L. J., Waller, A., Patterson, V., & Pinczewski, L. A. (2012). Survival of the anterior cruciate ligament graft and the contralateral ACL at a minimum of 15 years. *The American journal of sports medicine*, 40(9), 1985-1992.
- Bragazzi, N. L., Rouissi, M., Hermassi, S., & Chamari, K. (2020). Resistance training and handball players' isokinetic, isometric and maximal strength, muscle power and throwing ball velocity: a systematic review and meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*, 17(8), 2663.

- Brophy, R. H., Schmitz, L., Wright, R. W., Dunn, W. R., Parker, R. D., Andrish, J. T., & Spindler, K. P. (2012). Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) group. *The American journal of sports medicine*, 40(11), 2517-2522.
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Human Kinetics.
- Brown, L.E. & Weir, J.P. (2001). ASEP Procedures recommendation I: Accurate assesment of muscular strenght and power. *Journal of Exercise Physiology*, 4(3), 1-21.
- Caballero, C., Barbado, D., Urbán, T., García-Herrero, J. A., & Moreno, F. J. (2020). Functional variability in team-handball players during balance is revealed by non-linear measures and is related to age and expertise level. *Entropy*, 22(8), 822.
- Charalambous, C. P. (2019). *The shoulder made easy*. Springer : Blackpool, UK.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., & Shephard, R. J. (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2410-2417.
- Chu, D.A. & Myer, G.D. (2013). *Plyometrics*. Human Kinetics.
- Cifu, D. X. (2020). *Braddom's physical medicine and rehabilitation E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Clark, N. C. (2001). Functional performance testing following knee ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 2(2), 91-105.
- Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S. H., Munk, R., & Myklebust, G. (2014). Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *British journal of sports medicine*, 48(17), 1327-1333.
- Cooper, R.A., Cooper, R., & Boninger, M.L. (2008). Trends and issues in wheelchair technologies. *Assistive Technology*, 20(2), 61-72.
- Costa, P. B., Ryan, E. D., Herda, T. J., DeFreitas, J. M., Beck, T. W., & Cramer, J. T. (2009). Effects of stretching on peak torque and the H: Q ratio. *International Journal of Sports Medicine*, 30(01), 60-65.
- Cuğ M., Duncan A. & Wikstorm E. (2016). Comparative effects of different balance-training-progression styles on postural control and ankle force production: a randomized controlled trial. *Journal of Athletic Training*, 51(2), 101-110.
- Çelenk, Ç., Arslan, H., Aktuğ, Z. B., & Şimşek, E. (2018). The comparison between static and dynamic balance performances of team and individual athletes. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 4(1), 28-34.
- Çelenk, Ç., Marangoz, İ., Aktuğ, Z. B., Top, E., & Akıl, M. (2015). The effect of quadriceps femoris and hamstring muscular force on static and dynamic balance performance. *International Journal of Physical Education Sports and Health*, 2(2), 323-325.
- Çetin, E., & Balcı, N. (2015). The effects of isokinetic performance on accurate throwing in team handball. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174(2), 1872-1877.
- Daneshjoo, A., Hoseinpour, A., Sadeghi, H., Kalantari, A., & Behm, D. G. (2022). The effect of a handball warm-up program on dynamic balance among elite adolescent handball players. *Sports*, 10(2), 18.
- Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of human kinetics*, 36(1), 45-53.

- Davies, G. J. (1992). *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. S & S Publishers.
- Davlin, C.D. (2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3), 1171-1176.
- Dawn, G., Şaylı, U. & Atalar, H. (2008). *Ortopedi Notları Klinik Muayene Rehberi*. İstanbul: Güneş Tıp Kitabevi.
- Declève, P., Van Cant, J., De Buck, E., Van Doren, J., Verkouille, J., & Cools, A. M. (2020). The self-assessment corner for shoulder strength: reliability, validity, and correlations with upper extremity physical performance tests. *Journal of athletic training*, 55(4), 350-358.
- Declève, P., Van Cant, J., & Cools, A. M. (2021). Reliability of the modified CKCUEST and correlation with shoulder strength in adolescent basketball and volleyball players. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 25(5), 536-543.
- Degot, M., Blache, Y., Vigne, G., Juré, D., Borel, F., Neyton, L., & Rogowski, I. (2019). Intrarater reliability and agreement of a modified closed kinetic chain upper extremity stability test. *Physical therapy in sport*, 38 (1), 44-48.
- Delvaux, F., Schwartz, C., Rodriguez, C., Forthomme, B., Kaux, J. F., & Croisier, J. L. (2020). Preseason assessment of anaerobic performance in elite soccer players: comparison of isokinetic and functional tests. *Sports Biomechanics*, 18(1), 1-15.
- DeToledo, J.C. & David, N.J. (2001). Innervation of the sternocleidomastoid and trapezius muscles by the accessory nucleus. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, 21(3), 214-216.
- Didesch, J.T. & Tang, P. (2019). Anatomy, etiology, and management of scapular winging. *The Journal of Hand Surgery*, 44(4), 321-330.
- Dines, J. S., Bedi, A., Williams, P. N., Dodson, C. C., Ellenbecker, T. S., Altchek, D. W., ... & Dines, D. M. (2015). Tennis injuries: epidemiology, pathophysiology, and treatment. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(3), 181-189.
- Dingenen, B., Truijen, J., Bellemans, J., & Gokeler, A. (2019). Test–retest reliability and discriminative ability of forward, medial and rotational single-leg hop tests. *The Knee*, 26(5), 978-987.
- Docherty, C. L., Arnold, B. L., Gansneder, B. M., Hurwitz, S., & Gieck, J. (2005). Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *Journal of athletic training*, 40(1), 30.
- Donatelli, R.A. (2011). *Physical therapy of the shoulder-E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Drake, R.L., Vogl, W. & Mitchell, A.W.M. (2007). *Tıp fakültesi öğrencileri için Gray's anatomi*. Ankara: Güneş Kitabevi.
- Dündar, U. (2000). *Antrenman Teorisi*. Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Dwyer G.B. & Davis, S. E. (2008). *American college of sports medicine*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Eastlack, M. E., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. Y. N. N. (1999). Laxity, instability, and functional outcome after ACL injury: copers versus noncopers. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(2), 210-215.
- Ebaugh, D. & Oatis, C.A. (2017). Mechanics and pathomechanics of muscle activity at the shoulder complex. In: Oatis C.A., ed. *Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement*. 3rd ed. (ss.163-199). Wolters Kluwer.

- Edouard, P., Degache, F., Oullion, R., Plessis, J. Y., Gleizes-Cervera, S., & Calmels, P. (2013). Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *International journal of sports medicine*, 34(07), 654-660.
- Elliott, J. (1978). Assessing muscle strength isokinetically. *JAMA*, 240(22), 2408-2410.
- Emery C.A., Cassidy J.D., Klassen T.P., Rosychuk R.J., & Rowe B.H. (2005). Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sportsrelated injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Cmaj*, 172(6), 749-754.
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Human kinetics.
- Eylen, M.A. (2017). *Voleybol oyuncularında farklı kuvvet antrenmanlarının statik ve dinamik denge yetenekleri üzerine etkisi*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Fanning, E., Daniels, K., Cools, A., Miles, J. J., & Falvey, É. (2021). Biomechanical upper-extremity performance tests and isokinetic shoulder strength in collision and contact athletes. *Journal of Sports Sciences*, 39(16), 1873-1881.
- Felson, D. T., Gross, K. D., Nevitt, M. C., Yang, M., Lane, N. E., Torner, J. C., ... & Hurley, M. V. (2009). The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 61(8), 1070-1076.
- Fischer, F., Blank, C., Dünnwald, T., Gföller, P., Herbst, E., Hoser, C., & Fink, C. (2017). Isokinetic extension strength is associated with single-leg vertical jump height. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(11), 2325967117736766.
- Fleck, S. J., Smith, S. L., Craib, M. W., Denahan, T., Snow, R. E., & Mitchell, M. L. (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(2), 120-124.
- Floyd, R.T. (2015). *Manual of structural kinesiology* (9th ed.). New York: McGraw Hill Educational.
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Delvaux, F., Kaux, J. F., Crielaard, J. M., & Gleizes-Cervera, S. (2018). Preseason strength assessment of the rotator muscles and shoulder injury in handball players. *Journal of Athletic Training*, 53(2), 174-180.
- Fox, E.L., Bowers, R.V. & Foss, M.L. (2012). *Beden eğitimi ve sporun temelleri*. Ankara: Spor Yayınevi.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1993). *The physiological basis for exercise and sport* (5th ed.). Brown & Benchmark.
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Multivariate isokinetic strength asymmetries of the knee and ankle in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 50(4), 465-474.
- Ganong, W.F. (2010). *Medical Physiology* (23rd ed.). USA: McGraw-Hill, Inc.
- Gasim, Z. K., Cengizel, E., & Günay, M. (2022). Core vs plyometric training effects on dynamic balance in young male soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 28(1), 326-330.
- Gioftsidou, A., Malliou, P., Sofokleous, P., Pafis, G., Beneka, A., & Godolias, G. (2012). The effects of balance training on balance ability in handball players. *Exercise and quality of life*, 4(2), 15-22.
- Grana, W.A., & Larson, R.L. (1993). *Functional and surgical anatomy: The knee-form, function, pathology and treatment* (1st ed.) WB Saunders Company, USA.

- Granados, C., Izquierdo, M., Ibáñez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 351-361.
- Gribble, P.A., Hertel, J. & Denegar, C.R. (2007). Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the Star Excursion Balance Test. *International Journal of Sport Medicine*, 28(3), 236-242.
- Goldbeck T.G., & Davies G.J. (2000). Test-Retest reliability of the closed kinetic chain upper extremity stability test: a clinical field test. *Journal of Sport rehabilitation*, 9(1), 35-45.
- González-Fernández, F. T., Martínez-Aranda, L. M., Falces-Prieto, M., Nobari, H., & Clemente, F. M. (2022). Exploring the Y-Balance-Test scores and inter-limb asymmetry in soccer players: Differences between competitive level and field positions. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 1-13.
- González-Ravé, J. M., Juárez, D., Rubio-Arias, J. A., Clemente-Suarez, V. J., Martinez-Valencia, M. A., & Abian-Vicen, J. (2014). Isokinetic leg strength and power in elite handball players. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 227-233.
- Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Grävare Silbernagel, K., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 14(4), 778-788.
- Guyton A.C. & Hall, J.E. (2013). *Tıbbi Fizyoloji (12.ed.)*. İstanbul: Nobel Tıp kitabevleri.
- Günay, M., Şıktar, E. & Şıktar, E. (2019). *Antrenman bilimi (2.Baskı)*. Ankara: Gazi Yayınevi.
- Gürkan, A. C., Demirel, H., Demir, M., Atmaca, E. Ş., Bozöyük, G., & Dane, S. (2016). Effects of long-term training program on static and dynamic balance in young subjects. *Clinical & Investigative Medicine*, 39(6), 31-42.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics.
- Halder, A.M., Itoi, E. & An, K. (2000). Anatomy and biomechanics of the shoulder. *Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 159-175.
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (2006). *Biomechanical basis of human movement*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Hamilton, R. T., Shultz, S. J., Schmitz, R. J., & Perrin, D. H. (2008). Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *Journal of athletic training*, 43(2), 144-151.
- Hammami, M., Bragazzi, N. L., Hermassi, S., Gaamouri, N., Aouadi, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2020). The effect of a sand surface on physical performance responses of junior male handball players to plyometric training. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12(1), 1-8.
- Hammami, R., Granacher, U. R. S., Makhoul, I., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2016). Sequencing effects of balance and plyometric training on physical performance in youth soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3278-3289.
- Hartigan, E. H., Zeni, J., Di Stasi, S., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2012). Preoperative predictors for noncopers to pass return to sports criteria after ACL reconstruction. *Journal of applied biomechanics*, 28(4), 366-373.
- Hassebrock, J.D., Gulbrandsen, M.T., Asprey, W.L., Makovicka, J.L., & Chhabra, A. (2020). Knee ligament anatomy and biomechanics. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 28(3), 80-86.

- Hatzimanouil, D., & Oxizoglou, N. (2004). Evaluation of the morphological characteristics and motor skills in the national junior handball teams of Greece and Yugoslavia. *Journal of Human Movement Studies*, 46(5), 125-140.
- Hegedus, E.J., McDonough, S.M., Bleakley, C., Baxter, D. & Cook, C.E. (2015). Clinician-friendly lower extremity physical performance tests in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury. Part 2—the tests for the hip, thigh, foot and ankle including the star excursion balance test. *Br J Sport Med*, 49(10), 649-656.
- Hermassi, S., Schwesig, R., Wollny, R., Fieseler, G., Van Der Tillaar, R. & Fernandez-Fernandez, J. (2018). Shuttle versus straight repeated-sprint ability tests and their relationship to anthropometrics and explosive muscular performance in elite handball players. *Journal Sport Medicine Physical Fitness*, 58(11), 1625-1634.
- Herrington, L., Hatcher, J., Hatcher, A., & McNicholas, M. (2009). A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *The Knee*, 16(2), 149-152.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., & Slauterbeck, J. R. (2006). Preparticipation physical examination using a box drop vertical jump test in young athletes: the effects of puberty and sex. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(4), 298-304.
- Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2012). Injury risk factors in junior tennis players: a prospective 2-year study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(1), 40-48.
- Hoch, M.C., Staton, G.S., and Mckee, P.O. (2011). Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *J Sci Med Sport* 14 (1),90–92.
- Hole, J.W.J. (1981). *Human Anatomy and Physiology* (2nd ed.). USA: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(2), 88-94.
- Hollstadt, K., Boland, M., & Mulligan, I. (2020). Test-retest reliability of the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) in a modified test position in division I collegiate basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(2), 203-215.
- Holsgaard-Larsen, A., Jensen, C., Mortensen, N. H. M., & Aagaard, P. (2014). Concurrent assessments of lower limb loading patterns, mechanical muscle strength and functional performance in ACL-patients—a cross-sectional study. *The Knee*, 21(1), 66-73.
- Hopper, D. M., Strauss, G. R., Boyle, J. J., & Bell, J. (2008). Functional recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a longitudinal perspective. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(8), 1535-1541.
- Hopper, J. W., Pitman, R. K., Su, Z., Heyman, G. M., Lasko, N. B., Macklin, M. L., & Elman, I. (2008). Probing reward function in posttraumatic stress disorder: expectancy and satisfaction with monetary gains and losses. *Journal of Psychiatric Research*, 42(10), 802-807.
- Howard, J.D. & Enoka, R.M. (1991). Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *Journal of Applied Physiology*, 70(1), 306-316.
- Hrysomallis, C., McLaughlin, P., & Goodman, C. (2006). Relationship between static and dynamic balance tests among elite Australian Footballers. *Journal of science and medicine in sport*, 9(4), 288-291.

- Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports medicine*, 37(12), 547-556.
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sport Medicine*, 41(3), 221-232.
- Ichinose, Y., Kanehisa, H., Ito, M., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (1998). Relationship between muscle fiber pennation and force generation capability in Olympic athletes. *International journal of sports medicine*, 19(08), 541-546.
- Ichinose, Y., Kawakami, Y., Ito, M., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2000). In vivo estimation of contraction velocity of human vastus lateralis muscle during "isokinetic" action. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 851-856.
- Iossifidou, A., Baltzopoulos, V., & Giakas, G. (2005). Isokinetic knee extension and vertical jumping: are they related?. *Journal of sports sciences*, 23(10), 1121-1127.
- Itoh, H., Kurosaka, M., Yoshiya, S., Ichihashi, N., & Mizuno, K. (1998). Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 6(7), 241-245.
- Jeno, S. H., Munjal, A., & Schindler, G. S. (2021). *Anatomy, shoulder and upper limb, arm supraspinatus muscle*. StatPearls Publishing.
- Jobe, C.M., Peripatanakul, W.P. & Coen, M.J. (2009). *Gross anatomy of the shoulder*. Saunders Elsevier.
- Jobe, F.W., Moynes, D.R., Tibone, J.E., & Perry, J. (1984). An EMG analysis of the shoulder in pitching: a second report. *The American journal of sports medicine*, 12(3), 218-220.
- Jones, P. A., & Bampouras, T. M. (2010). A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1553-1558.
- Jöris, H. J. J., Van Muyen, A. E., van Ingen Schenau, G. J., & Kemper, H. C. G. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of biomechanics*, 18(6), 409-414.
- Kabadayı, M., Kahya, S., Yılmaz, A. K., Karadeniz, S. & Bostancı, Ö. (2020). Genç sporcuların alt ekstremitte fonksiyonel performans testleri ve asimetri indekslerinin karşılaştırılması. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(3), 354-363.
- Kalyon T.A. (1990). *Spor hekimliği, sporcu sağlığı ve spor sakatlıkları*. Ankara: GATA Basımevi.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance. *International journal of sports medicine*, 15(1), S11-S18.
- Karadenizli, Z., Erkut, O., Ramazanoğlu, N., Selda, U., Çamlıgüney, A., Bozkurt, S. & Sirmen, B. (2014). Comparison of dynamic and static balance in adolescents handball and soccer players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 16(1), 47-54.
- Karadenizli, Z. I. (2016). The effects of plyometric education trainings on balance and some psychomotor characteristics of school handball team. *Universal Journal of Educational Research*, 4(10), 2292-2299.
- Karlsson, A., & Frykberg, G. (2000). Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*, 15(5), 365-369.
- Kasprisin, J. E., & Grabiner, M. D. (2000). Joint angle-dependence of elbow flexor activation levels during isometric and isokinetic maximum voluntary contractions. *Clinical Biomechanics*, 15(10), 743-749.

- Keays, S. L., Bullock-Saxton, J. E., Newcombe, P., & Keays, A. C. (2003). The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*, 21(2), 231-237.
- Keller, M., & Kurz, E. (2018). Risk screening in handball: Which functional tests are useful?. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-traumatologische Sportmedizin*, 32(3), 187-195.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2019). *Physiology of sport and exercise with web study guide*. Human kinetics.
- Kim, J. S., Hwang, U. J., Choi, M. Y., Kong, D. H., Chung, K. S., Ha, J. K., & Kwon, O. Y. (2022). Correlation between Y-Balance test and balance, functional performance, and outcome measures in patients following ACL reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(2), 193-206.
- Ko, M. S., Yang, S. J., Ha, J. K., Choi, J. Y., & Kim, J. G. (2012). Correlation between hamstring flexor power restoration and functional performance test: 2-year follow-up after ACL reconstruction using hamstring autograft. *Knee Surgery and Related Research*, 24(2), 113-119.
- Kong, P. W., & Burns, S. F. (2010). Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Physical Therapy in Sport*, 11(1), 12-17.
- Kopydlowski, N. J., Weber, A. E., & Sekiya, J. K. (2014). Functional anatomy of the hamstrings and quadriceps. *Hamstring and Quadriceps Injuries in Athletes: A Clinical Guide*, 1(1), 1-14.
- Koulouris, G., & Connell, D. (2005). Hamstring muscle complex: an imaging review. *Radiographics*, 25(3), 571-586.
- Kotrljanovic, A., Atanasov, D., Veljovic, D., & Drid, P. (2016). An isokinetic profile in senior female and male karate athletes national team level. *Arch Budo Sci Martial Art Extreme Sport*, 12(1), 203-210.
- Kovaleski, J. E., Heitman, R. J., Andrew, D. P., Gurchiek, L. R., & Pearsall, A. W. (2001). Relationship between closed-linear-kinetic-and open-kinetic-chain isokinetic strength and lower extremity functional performance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 10(3), 196-204.
- Kuter, M., Öztürk, F. (1997). *Antrenör ve Sporcu El Kitabı*. Bursa: Bursa Gazetecilik ve Yayıncılık A.Ş. Matbaası.
- Lee, D. R., & Kim, L. J. (2015). Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. *Journal of physical therapy science*, 27(4), 1071-1073.
- Lewis, S., Higham, L., & Cherry, D. B. (1985). Development of an exercise program to improve the static and dynamic balance of profoundly hearing-impaired children. *American Annals of the Deaf*, 130(4), 278-284.
- Leong H.T., Fu S.N., Ng G.Y. & Tsang W.W. (2011). Lowlevel Taekwondo practitioners have better somatosensory organisation in standing balance than sedentary people. *European Journal of Applied Physiology*, 11(8):1787-1793.
- Lieb, F. J., & Perry, J. A. C. Q. U. E. L. I. N. (1968). Quadriceps function: an anatomical and mechanical study using amputated limbs. *JBJS*, 50(8), 1535-1548.
- Lieber, R. L., & Fridén, J. (2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 23(11), 1647-1666.
- Liman, N., & Güzel, N. A. (2008). Aerobik-Step ve pilates egzersizlerinin kuvvet, esneklik, anaerobik güç, denge ve vücut kompozisyonuna etkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(4), 3-12.

- Lippert, L.S. (2011). *Clinical Kinesiology and Anatomy* (5th ed.). F.A.Davis Company, USA.
- Liu, H., Garrett, W.E., Moorman, C.T. & Yu, B. (2012). Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of sports Health Science*, 1(2),92-101.
- Logerstedt, D., Grindem, H., Lynch, A., Eitzen, I., Engebretsen, L., Risberg, M. A., ... & Snyder-Mackler, L. (2012). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *The American journal of sports medicine*, 40(10), 2348-2356.
- Luteberget, L. S., Raastad, T., Seynnes, O., & Spencer, M. (2015). Effect of traditional and resisted sprint training in highly trained female team handball players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(5), 642-647.
- Madsen, L. P., Booth, R. L., Volz, J. D., & Docherty, C. L. (2020). Using normative data and unilateral hopping tests to reduce ambiguity in return-to-play decisions. *Journal of Athletic Training*, 55(7), 699-706.
- Martini, F. (2005). *Anatomy & physiology*. Rex Bookstore.
- May, T. & Garmel, G.M.(2020). *Rotator cuff injury*. The USA, Florida, Treasure Island: StatPearls Publishing.
- Madruza-Parera, M., Bishop, C., Beato, M., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gonzalo-Skok, O., & Romero-Rodríguez, D. (2021). Relationship between interlimb asymmetries and speed and change of direction speed in youth handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3482-3490.
- Malliou, P., Ispirlidis, I., Beneka, A., Taxildaris, K., & Godolias, G. (2003). Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. *Isokinetics and exercise science*, 11(3), 165-169.
- Maly, T., Mala, L., Zahalka, F., Hank, M., & Simkova, M. (2017). Muscular strength of knee extensors and flexors and bilateral and ipsilateral ratio in elite male kickboxers. *Archives of Budo*, 13(8), 107-116.
- Markolf, K. L., Park, S., Jackson, S. R., & McAllister, D. R. (2009). Anterior-posterior and rotatory stability of single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *JBJS*, 91(1), 107-118.
- Mascarín, N. C, de Lira, C. A. B., Vancini, L .R., de Castro-Pochini , A., da Silva A .C., & dos Santos-Andrade M. (2017). Strength training using elastic bands: improvement of muscle power and throwing performance in youth female handball players. *Journal Sport rehabilitation*, 26(3), 245-252.
- Matthys, S. P., Vaeyens, R., Franssen, J., Deprez, D., Pion, J., Vandendriessche, J. & Philippaerts, R. (2013). A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball. *Journal of sports sciences*, 31(3), 325-334.
- Mayson, D. J., Kiely, D. K., LaRose, S. I., & Bean, J. F. (2008). Leg strength or velocity of movement which is more influential on the balance of mobility limited elders?. *American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*, 87(12), 969.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. (2011). *Essentials of exercise physiology* (4th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McComas, A.J., Garsiner P.F. & Macintosh, B.R. (2006). *Skeletal muscle form and function* (2nd ed.). USA: Human Kinetics.,

- Myer, G. D., Ford, K. R., Foss, K. D. B., Liu, C., Nick, T. G., & Hewett, T. E. (2009). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clinical journal of sport medicine*, 19(1), 3-8.
- Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 878-891.
- Moein, E. & Movaseghi, F. (2016). Relationship between some anthropometric indices with dynamic and static balance in sedentary female college students. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 18(1), 45-49.
- Mohammadi, V., Alizadeh, M., & Gaieni, A. (2012). The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 247-250.
- Moore, K.L. & Dalley, A.F. (2006). *Clinical oriented anatomy:Upper limb*. (6th. Ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Moreira, J. C., Jacob, S. C., Peres, F., Lima, J. S., Meyer, A., Oliveira-Silva, J. J., ... & Curi, R. (2002). Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência & Saúde Coletiva*, 7(1), 299-311.
- Munro AG & Herrington LC (2011). Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25(5), 1470-1477.
- Muratlı, S. (2003). *Çocuk ve spor: Antrenman bilimi yaklaşımıyla*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Muratlı, S., Kalyoncu, O. & Şahin, G. (2007). *Antrenman ve müsabaka*. İstanbul: Ladin Matbaası.
- Murray, B. & Kenney, W.L. (2017). *Egzersiz fizyolojisi uygulama kılavuzu*. (Çev. T. Bağırhan). Ankara: Spor Yayınevi.
- Muscolino, J. E. (2018). *Kinesiyoloji: İskelet sistemi ve kas*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Netter, F. (1991). *The CIBA collection of medical illustrations. musculoskeletal system*. (1st ed.). CIBA- Geigy Corporation.
- Neumann, D.A. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system*: Mosby.
- Nichols, D.S., Glenn, T.M. & Hutchinson, K. J. (1995). Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*, 75(8), 699-706.
- Nikolaïdis, P. T., & Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *Journal of human kinetics*, 38(2), 115-124.
- Nordin, M. & Frankel, V.H. (2012). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Nunes, R. F., Dellagrana, R. A., Nakamura, F. Y., Buzzachera, C. F., Almeida, F. A., Flores, L. J., & da Silva, S. G. (2018). Isokinetic assessment of muscular strength and balance in Brazilian elite futsal players. *International journal of sports physical therapy*, 13(1), 94.
- Olchowik, G. & Czwalik, A. (2020). Effects of soccer training on body balance in young female athletes assessed using computerized dynamic posturography. *Applied Sciences* 10(3), 1003.
- Ostenberg, A., Roos, E., Ekda, C., & Roos, H. (1998). Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8(5), 257-264.

- Östenberg, A., Roos, E., Ekdah, C., & Roos, H. (1998). Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8(5), 257-264.
- Özkamçı, H., Karadenizli, Z. I., & Zileli, R. (2021). A Comparison of left and right leg static balance parameters in young handball players. *Journal of Basic and Clinical Health Sciences*, 6(2), 31-39.
- Pau, M., Arippa, F., Leban, B., Corona, F., Ibba, G., Todde, F., & Scorcu, M. (2015). Relationship between static and dynamic balance abilities in Italian professional and youth league soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 16(3), 236-241.
- Peebles, A. T., Renner, K. E., Miller, T. K., Moskal, J. T., & Queen, R. M. (2019). Associations between distance and loading symmetry during return to sport hop testing. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 51(4), 626-629.
- Phadke, V., Braman, J.P., LaPrade, R.F. & Ludewing P.M. (2011). Comparison of glenohumeral motion using different rotation sequences. *Journal of Biomechanics*, 44(4), 700-705.
- Platzter, H. P., Raschner, C., & Patterson, C. (2009). Performance-determining physiological factors in the luge start. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 221-226.
- Plisky, P.J., Gorman, P.P., Butler, R.J., Kiesel, K.B., Underwood, F.B. & Elkins, B. (2009). The reability of and instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sport Physical Therapy*, 4(2):92-99.
- Plisky, P.J., Rauh, M.J., Kaminski, T.W., Underwood, F.B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919.
- Pinto, S. S., Liedtke, G. V., Alberton, C. L., Da Silva, E. M., Cadore, E. L., & Kruel, L. F. M. (2010). Electromyographic signal and force comparisons during maximal voluntary isometric contraction in water and on dry land. *European journal of applied physiology*, 110(1), 1075-1082.
- Plowman S.A. & Smith D.L. (2008). *Exercise physiology for healt fitness and performance*. (2nd Ed.) Lippincott Williams & Wilkins.
- Prentice, W. E., & Voight, M. L. (2001). *Techniques in musculoskeletal rehabilitation*. McGraw-Hill/Appleton & Lange.
- Porgeirsson, S., Pic, M., Lozano, D., Sigurgeirsson, O., Sekulic, D., & Saavedra, J. M. (2022). The difference between winners and losers in balanced handball games in the final 10 minutes. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 11(2), 37-43.
- Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Skeletal muscle: structure and function. Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. (10th ed.) USA: McGraw-Hill.
- Puzi, M. H. B. M., & Choo, L. A. (2021). The effect of six weeks CoBAgi training on coordination, dynamic balance & agility of adolescent handball players. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 25(1), 31-38.
- Raeder, C., Fernandez-Fernandez, J., & Ferrauti, A. (2015). Effects of six weeks of medicine ball training on throwing velocity, throwing precision, and isokinetic strength of shoulder rotators in female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1904-1914.

- Reeser, J. C., Verhagen, E. A. L. M., Briner, W. W., Askeland, T. I., & Bahr, R. (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *British journal of sports medicine*, 40(7), 594-600.
- Reid, A., Birmingham, T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K., & Giffin, J. R. (2007). Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical therapy*, 87(3), 337-349.
- Reiman, M. P., & Manske, R. C. (2009). *Functional testing in human performance*. Human kinetics.
- Risberg, M. A., Steffen, K., Nilstad, A., Myklebust, G., Kristianslund, E., Moltubakk, M. M., & Krosshaug, T. (2018). Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. *Journal of strength and conditioning research*, 32(8), 2314.
- Robinson R. ve Gribble P. (2008). Kinematic predictors of performance on the Star Excursion Balance Test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17(4), 347-357
- Robinson, R. L., & Nee, R. J. (2007). Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 37(5), 232-238.
- Ross, M. D., Langford, B., & Whelan, P. J. (2002). Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 617-622.
- Ryan, S., Kempton, T., Pacecca, E., & Coutts, A. J. (2019). Measurement properties of an adductor strength-assessment system in professional Australian footballers. *International journal of sports physiology and performance*, 14(2), 256-259.
- Saccol, M. F., Zanca, G. G., Machado, R. O., Teixeira, L. P., Löbell, R., Cools, A., & Mota, C. B. (2021). Shoulder Strength and Upper Body Field Performance Tests in Young Female Handball and Volleyball Athletes: Are There Differences Between Sports?. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(2), 191-198.
- Saç, A., & Taşmektepligil, M.Y. (2018). Correlation between the Q angle and the isokinetic knee strength and muscle activity. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, 64(4), 308.
- Saladin, K.S. (2008). *Human anatomy* (2nd ed.). USA: McGraw-Hill, inc.
- Sandon, A. (2022). *Anterior cruciate ligament injuries in football*. Karolinska Institutet. Stockholm, Sweden.
- Sánchez-Malia, J. M., Rodiles-Guerrero, L., Pareja-Blanco, F., & Ortega-Becerra, M. (2022). Determinant factors for specific throwing and physical performance in beach handball. *Science & Sports*, 37(2), 141-154.
- Sevim, Y. (2007). *Antrenman bilgisi* (7. Baskı). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Sevim, Y. (2010). *Antrenman bilgisi*, (2. Baskı). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Secchi, L. L. B., Kamonseki, D. H., Camargo, P. R., & Mendonça, L. D. M. (2022). Is the isometric strength of the shoulder associated with functional performance tests in overhead athletes?. *Physical Therapy in Sport*, 55(1), 131-138.
- Sharrock C, Cropper J, Mostad J, Johnson M, Malone TA pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *Int J Sport Phys Ther*, 2011; 6(2):63-74.
- Silva, R. T., Gracitelli, G. C., Saccol, M. F., de Souza Laurino, C. F., Silva, A. C., & Braga-Silva, J. L. (2006). Shoulder strength profile in elite junior tennis players: horizontal adduction and abduction isokinetic evaluation. *British Journal of Sports Medicine*, 40(6), 513-517.

- Simon, P., Gupta, A., Pappou, I., Hussey, M. M., Santoni, B. G., Inoue, N., & Frankle, M. A. (2015). Glenoid subchondral bone density distribution in male total shoulder arthroplasty subjects with eccentric and concentric wear. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(3), 416-424.
- Singer, R. (1980). *Motor learning and human performance*. Mac Millan CO.
- Snell, R. S. (2011). *Clinical anatomy by regions*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Souza, R. B., & Powers, C. M. (2009). Predictors of hip internal rotation during running: an evaluation of hip strength and femoral structure in women with and without patellofemoral pain. *The American journal of sports medicine*, 37(3), 579-587.
- Spasic, M., Krolo, A., Zenic, N., Delextrat, A., & Sekulic, D. (2015). Reactive agility performance in handball; development and evaluation of a sport-specific measurement protocol. *Journal of sports science & medicine*, 14(3), 501.
- Spieszny, M., & Zubik, M. (2018). Modification of strength training programs in handball players and its influence on power during the competitive period. *Journal of human kinetics*, 63(1), 149-160.
- Steffen, K., Nilstad, A., Krosshaug, T., Pasanen, K., Killingmo, A., & Bahr, R. (2017). No association between static and dynamic postural control and ACL injury risk among female elite handball and football players: a prospective study of 838 players. *British journal of sports medicine*, 51(4), 253-259.
- Stockdale, A. A. (2011). *Modeling three-dimensional hip and trunk peak torque as a function of joint angle and velocity*. Unpublished Master Thesis, The University of Iowa, Biomedical Engineering. Iowa City.
- Stoddard, C. A., Wang-Price, S., & Lam, S. E. (2022). Limb dominance does not affect Y-Balance Test Performance in non-athlete adolescents. *International journal of sports physical therapy*, 17(2), 164.
- Sucan, S., Yılmaz, A., Yusuf, C. & Cem, S. (2005). Aktif futbol oyuncularının çeşitli denge parametrelerinin değerlendirilmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14(1), 36-43.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(8), 1419-1449.
- Sueyoshi, T., Nakahata, A., Emoto, G., & Yuasa, T. (2017). Single-leg hop test performance and isokinetic knee strength after anterior cruciate ligament reconstruction in athletes. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(11), 1-6.
- Tabrizi, H. B., Abbasi, A., & Sarvestani, H. J. (2013). Comparing the static and dynamic balances and their relationship with the anthropometrical characteristics in the athletes of selected sports. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 15(2), 216-221.
- Tang, A. & Bordon, B. (2022). *Anatomy, thorax, muscles*. StatPearls Publishing; Treasure Island.
- Tarara, D. T., Fogaca, L. K., Taylor, J. B., & Hegedus, E. J. (2016). Clinician-friendly physical performance tests in athletes part 3: a systematic review of measurement properties and correlations to injury for tests in the upper extremity. *British Journal of Sports Medicine*, 50(9), 545-551.
- Taşkıran, M. Y. (1997). *Hentbolda Performans*. Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Terry, G. C., & Chopp, T. M. (2000). Functional anatomy of the shoulder. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 248- 255.
- Timm, K. E. (1995). Clinical applications of a normative database for the Cybex TEF and TORSO spinal isokinetic dynamometers. *Isokinetics and exercise science*, 5(1), 43-49.

- Tsigilis, N., Zachopoulou, E., & Mavridis, T. H. (2001). Evaluation of the specificity of selected dynamic balance tests. *Perceptual and motor skills*, 92(3), 827-833.
- Tsiokanos, A., Kellis, E., Jamurtas, A., & Kellis, S. (2002). The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and exercise science*, 10(2), 107-115.
- Tsukagoshi, T., Shima, Y., Nakase, J., Goshima, K., Takahashi, R., Aiba, T., ... & Kitaoka, K. (2011). Relationship between core strength and balance ability in high school female handball and basketball players. *British journal of sports medicine*, 45(4), 378-378.
- Tucci, H. T., Martins, J., Sposito, G. D. C., Camarini, P. M. F., & De Oliveira, A. S. (2014). Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. *BMC musculoskeletal disorders*, 15(1), 1-9.
- Türkeri, C., Öztürk, B., Büyüktai, B. & Öztürk, D. (2019). Farklı branşlardaki sporcuların statik denge, alt-üst dinamik denge ve reaksiyon zamanlarının incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(4), 480-490.
- Vassis, K., Kanellopoulos, A. K., Misiris, I., Trigkas, P., Spanos, S., & Poulis, I. A. (2020). Knee isokinetic test scores and functional hop tests findings: Are they related?. *Isokitics and Exercise Science*, 28(3), 231-238.
- Vassis, K., Kanellopoulos, A., Spanos, S., Kakolyri, D., Loukopoulou, A., Papanikolakou, V., & Poulis, I. (2023). Association between isokinetic knee strength characteristics and single-leg hop performance in healthy young participants. *Journal of Chiropractic Medicine*, 22(1), 27-34.
- Vila, H., Barreiro, A., Ayán, C., Antúnez, A., & Ferragut, C. (2022). The most common handball injuries: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10688.
- Visnapuu, M. & Jürimae, T. (2007). Handgrip strenght and hand dimensions in young handball and basketball players. *Journal Strenght Cond Res*, 21(1), 923-929.
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & Von Duvillard, S. P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of sports science & medicine*, 13(4), 808.
- Walters, B. B., & Varacallo, M. (2022). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, thigh sartorius muscle*. StatPearls Publishing.
- Wang, H. K., Macfarlane, A., & Cochrane, T. (2000). Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 39-43.
- Wang, W. (2013). *The effects of static stretching versus dynamic stretching on lower extremity joint range of motion, static balance, and dynamic balance*. Unpublished Ph.D. thesis, University of Wisconsin- Milwaukee.
- Weinstabl, R., Scharf, W., & Firbas, W. (1989). The extensor apparatus of the knee joint and its peripheral vasti: anatomic investigation and clinical relevance. *Surgical and Radiologic Anatomy: SRA*, 11(1), 17-22.
- Widmaier, E.P., Raff, H. & Strang, K.T. (2006). *Vander's human physiology*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Wilczyński, J., Cieślik, M., Maszczyk, A., & Zwierzchowska, A. (2022). The Importance of Posture And Body Composition for the Stability and Selected Motor Abilities of Professional Handball Players. *Journal of Human Kinetics*, 82(1), 264-273.

- Wilk, K. E., Romaniello, W. T., Soscia, S. M., Arrigo, C. A., & Andrews, J. R. (1994). The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 20(2), 60-73.
- Williams, J. M., Sinkler, M. A., & Obremskey, W. (2018). *Anatomy, shoulder and upper limb, infraspinatus muscle*. StatPearls Publishing. Treasure Island (FL).
- Wilmore, J. H., Costill, D. L. & Larry, W. (2008). *Physiology of sport and exercise*. USA: Human Kinetics.
- Wiprich, M. T., Silva, A. C., Cecconi, M. P., Plein, R. F., Tadiello, G. S., & Bonetti, L. V. (2022). Assessment of the lower extremity functional and muscular performance in young female handball athletes. *Kinesiology*, 54(1), 62-71.
- Witmer Chad, A., Shala E.D. & Gavin, L.M. (2010). The accute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. *Journal of Sport Science & Medicine*, 9(2), 206.
- Xaverova, Z., Dirnberger, J., Lehnert, M., Belka, J., Wagner, H., & Orechovska, K. (2015). Isokinetic strength profile of elite female handball players. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 257-266.
- Xie, C., Ran, G., Chen, D. & Lu, Y. (2021). A narrative review of ultrasound-guided serratus anterior plane block. *Ann Polliat Med*, 10(1), 700-706.
- Yağcı, N., Cavlak, U. & Şahin, G. (2004). İşitme engellilerde denge yeteneğinin incelenmesi üzerine bir çalışma. *KBB Forum*, 3(1), 45-50.
- Yaprak, Y. & Dellekoğlu, B. (2021). Gençlerde Statik ve Dinamik Denge Testleri Arasındaki İlişkinin Değerlenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(2), 182-191.
- Yıldırım, İ., & Özdemir, V. (2010). Elit düzey erkek hentbol oyuncularının antropometrik özelliklerinin incelenmesi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 6-13.
- Yıldız, M., Fidan, U., Baybura, İ. (2022). Fitbalance mobil denge ölçüm cihazının güvenilirliği. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 6 (1), 14-23.
- Yıldız, Y., Aydın, T., Sekir, U., Kıralp, M. Z., Hazneci, B., & Kalyon, T. A. (2006). Shoulder terminal range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios in overhead athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(3), 174-180.
- Yılmaz, A.K. (2019). *Diz kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan izokinetik ve alan testlerinin fleksiyon ve ekstansiyon fazlarında elektromiyografik analizi*. Basılmamış Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun.
- Yılmaz, A. K., Ermis, E., Kabadayı, M., & Bostancı, Ö. (2020). Correlation of Upper and Lower Extremities Isokinetic Strength in Elite Male Judokas. *Journal of Men's Health*, 16(4), 141-152.
- Young, W. K., & Metzl, J. D. (2010). Strength training for the young athlete. *Pediatric annals*, 39(5), 293-299.
- Zakas, A. (2006). Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 46(1), 28.
- Zapartidis, I., Gouvali, M., Bayios, I., & Boudolos, K. (2007). Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 169.

- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Science and Practice of Strenght Training (2. Baskı). Champaign. Human Kinetics Publisher. formansı üzerine etkisi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(3), 857-869.
- Zech, A., Huebscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., & Pfeifer, K. (2009). Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. *Medicine & science in sports & exercise*, 41(10), 1831-1841.
- Zech, A., Steib, S., Hentschke, C., Eckhardt, H., & Pfeifer, K. (2012). Effects of localized and general fatigue on static and dynamic postural control in male team handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1162-1168.
- Zorba, E., Göral, K., & Göral, Ş. (2014). Elit hentbolcularda bazı fiziksel uygunluk parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *International Journal of Sport Culture and Science*, 2(1), 68-76.



EKLER

Ek-1: Etik Kurul Kararı



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

30.12.2020

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/785-843

Sayın Doç. Dr. Menderes KABADAYI

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Elit Hentolcularda Alt ve Üst Ekstremité Kuvvetinin Belirlenmesinde Kullanılan İzokinetik ve Alan Testleri Arasındaki İlişki** başlıklı OMÜ KAEK 2020/662 Karar nolu Sporda performans testleri nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 17.12.2020 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. Ramis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

ÖZ GEÇMİŞ

Soner Akgün Trabzon Lisesi'ni bitirdikten sonra Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği bölümünden 11.06.2010 tarihinde birincilik ile mezun oldu. 2019 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programını bitirdi. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında Doktora programına başladı. Lisans eğitimi mezuniyetinden bu yana Milli Eğitim Bakanlığı'nda öğretmen olarak görev yapmakta ve iyi derecede İngilizce bilmektedir. 03.07.2023

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0003-1411-2778

Yayınlar:

1. Ölmez, C., Halit, Ş., Akgün, S., & Hammami, N. (2022). Tenisçilerde izokinetik kalça kuvveti ile ilişkili motor özelliklerin incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 230-241.
2. Kabadayı, M., Akgün, S., Yılmaz, A. K., & Bostancı, Ö. (2022). Ortaokul öğrencilerinin sosyal medya tutumları ile siber zorbalık düzeylerinin incelenmesi. *Herkes için Spor ve Rekreasyon Dergisi*, 4(2), 28-34.
3. Akgün, S., & Çebi, M. (2020). Ortaokul öğrencilerinin boş zaman etkinliklerine katılımlarını engelleyen faktörlerin belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(71), 652-659.